

TARTU ÜLIKOOL

Loodus- ja tehnoloogiateaduskond

Loodusteadusliku hariduse keskus

Marten Jakobson

Dilemma lahendamise tulemuslikkus sünkroonse õpikeskkonna
rakendamisel

Magistritöö

Juhendaja: Tago Sarapuu, PhD

Tartu 2013

SISUKORD

Sissejuhatus	3
1. Kirjanduse ülevaade	5
1.1. Probleemitüübid	5
1.2. Dilemmad	7
1.3. Otsuste langetamine	10
1.4. Otsuste kompetentsus	11
2. Metoodika	14
2.1. Uuringu ülesehitus	14
2.2. Valim	16
2.3. Materjalid	16
2.4. Andmeanalüüs	22
3. Tulemused ja arutelu	25
3.1. Lisamaterjalide mõju õpilaste argumenteerimisoskusele	25
3.2. Õpilaste kompetentsete otsuste langetamise oskus dilemmaide lahendamisel	34
3.3. Individuaalne dilemmaide lahendamise oskus	39
Kokkuvõte	44
Tänuavaldused	46
Kasutatud kirjandus	47
Summary	54
Lisad	56

Sissejuhatus

Tehnoloogia areng on kaasa toonud paradigma muutuse õppimises ja õpetamises. Klassikaline kriiditahvel on asendunud digitaalse *SMART Board*'iga, raamatust teadmiste ammutamise asemel avab inimene veebilehitseja ning kohati on kahtluse alla seatud isegi õpetaja vajadus klassiruumis. Ka loodusainete õppimisel kasutatakse üha enam info- ja kommunikatsioonitehnoloogilisi võimalusi.

Loodusainete õppimine ja õpetamine on olulised, sest need võimaldavad seletada meid ümbritsevaid nähtusi. Üheks loodusainete õpetamise osaks on ka inimeste ja looduse vaheliste vastasmõjude selgitamine, mis toob kaasa palju erineva kaaluga probleeme. Keerulisimaid kindlat tüüpi paljude võimalike lahenditega probleeme nimetatakse dilemmadeks (Liebrand & Messick, 1996). Dilemmade lahendusel lähtutakse nii teaduslikest seisukohtadest, kui ka sotsiaalsetest aspektidest. Huvigruppide erinevuste tõttu varieeruvad nende lähtekohad ja eesmärgid suuresti, mistõttu tuleb paljusid osapooli puudutavad probleemid lahendada kompromissotsustega. Kompromissotsuste puhul on väga olulisel kohal otsust toetavad argumendid, mis on aluseks hoiakutele ning arvamustele.

Hiljuti kehtima hakanud gümnaasiumi riiklikus õppekavas (Gümnaasiumi loodusainete valdkonnaraamat, 2011) on loodusainetes uudsena sisse toodud dilemmade lahendamine. Eriti on seda tüüpi probleemid selgelt välja toodud bioloogia ainekavas (Sarapuu & Villako, 2012). Selle peamiseks põhjuseks on, et sotsiaalse keskkonnaga seotud probleemid on enamasti mitme lahendiga, mistõttu võib paljusid igapäevaselt ühiskonnas esinevatest probleemidest liigitada dilemmadeks. Koolikeskkonnas võimaldab dilemmade lahendamine õpetajatel rakendada probleemõpet ning arendada õpilaste argumenteerimisoskust. Seetõttu oli käesoleva töö esimeseks eesmärgiks uurida dilemma lahendamise mõju õpilaste argumenteerimisoskusele, lähtudes erinevate valdkondade materjalidest.

Dilemmade lahendamise juures on väga oluline kompetentsete otsuste langetamine. Seetõttu seati magistritöö teiseks eesmärgiks uurida keskkonnaalase dilemma lahendamisel õpilaste kompetentsete otsuste langetamise oskust. Kompetentsete otsuste lange-

tamise oskust võib defineerida kui võimet vastu võtta erinevate valdkondade tähtsaid elulisi otsuseid (Searight & Hubbart, 1998). Enamasti näitab kompromissotsuse kompetentsust erinevate osapoolte huvide esindatus vastu võetud lõpplahendi argumentatsioon. Kompetentsete otsuste langetamine hõlmab oskust informatsioonist aru saada, infot sihikindlalt sünteesida ning otsuse langetamise protsessis kasutatava info olulisust hinnata. Nende oskustega toimetulek kajastab ühilduvuse astet ülesande ja konteksti nõudlikkuse ning otsuse langetaja vahel (Finucane *et al.*, 2002).

Üks suurematest komistuskividest keerulisemate probleemide lahendamisel on asjaolu, et üksikisiku jaoks on keeruline uurida käsitletava teema kõikide aspektidega seotud materjale piisava põhjalikkusega ning ta ei jõua faktide ja seisukohtade paljususe tõttu optimaalse lahendini (Simon, 1978). Seetõttu lahendatakse dilemmasid harilikult rühmatööna meeskondades. Kuigi rühmatööd peetakse üldiselt osalejatele meeldivaks ning tulemuslikuks õppevormiks, on ka rühmades töötamisel omad probleemid (Espey, 2010). Näiteks puudub kindlus, et kõik rühma liikmed aktiivselt töös osalesid. Mõningatel juhtudel töötavad õpilased rühmades, mille mõned liikmed ühisesse töösse ei panusta või pole piisavalt motiveeritud koostööd tegema (Payne, 2006). Dilemmade lõpliku kompromissotsuse langetamise juures on aga oluline, et arutelu lõpus oleksid esindatud kõikide teemaga seotud valdkondade aspektid ning otsus rahuldaks võimalikult paljusid osapooli. Selleks, et selgitada, millist mõju avaldas õpilastele rühmatöö käigus dilemma lahendamine, seati töö viimaseks eesmärgiks uurida rühmatöö käigus omandatud individuaalset dilemmade lahendamise oskust.

Lähtuvalt uurimusele seatud eesmärkidest püstitati uurimisküsimused:

1. Milline on gümnaasiumi õpilaste rühmatöös esinev valdkonnapõhine argumenteerimisoskus?
2. Kui kompetentsed on virtuaalses sünkroonses õpikeskkonnas keskkonnaalase dilemma lahendamise käigus õpilaste poolt langetatud otsused?
3. Mil määral omandatakse rühmatöö tulemusena individuaalne dilemmade lahendamise oskus?

1. Kirjanduse ülevaade

1.1. Probleemitüübid

Probleemide lahendamine ja probleemilahendamise oskuse arendamine on protsessipõhistest õppimise üks olulisemaid eesmärkidest (Anderson *et al.*, 2011). Kuna probleem eeldab olukorda, mida tahetakse muuta või mingil kindlal viisil suunata, räägitakse tavaliselt probleemide puhul pigem nende lahendamisest. Probleemide lahendamiseks võib laiemas plaanis lugeda igat eesmärgipärast kognitiivsete toimingute jada (Anderson, 1980).

Bransfordi ja Steini (1984) mudelile IDEAL tuginedes nimetatakse probleemiks küsimust, mille vastust lahendaja ei tea ja millele vastuse otsimiseks on lahendajal motiiv. Üldiselt on probleemidel kaks kriitilist eeldust. Esiteks, probleemiks on situatsioon, kus selle lahendaja seisab vastakuti tundmatuga. See tähendab, et probleemiga tegeleja tahab saada lahendust, kuid tal puudub kohene arusaam, kuidas selleni jõuda. Teiseks vajalikuks aspektiks on eeldus, et lahendaja peab tundmatu enese jaoks lahti mõtestamist sotsiaalsest, kultuurilisest või intellektuaalsest seisukohast piisavalt oluliseks, et läbida probleemi lahendamise protsess (Jonassen, 1997). Seetõttu tuleb probleemide edukaks lahendamiseks esmajoonel vaadelda, milliste omadustega saab probleeme ja nende konteksti üldse iseloomustada, ning seejärel uurida võimalikke probleemide lahendamise viise.

Probleemide iseloomustamiseks ja eristamiseks kasutatakse tavaliselt nelja omadust: probleemitüüpi, valdkonda, lahenduskäiku ning lahendit (Jonassen, 1997). Probleemi valdkonna all peetakse silmas konkreetse olukorraga seotud temaatikat nagu näiteks majandusalased või loodusteaduslikud probleemid. Samas võib probleem olla ka interdistsiplinaarne. Kooli kontekstis on probleemi sõnastanud Nitko (2001), kes esitas järgneva definitsiooni: õpilastel esineb probleem, kui nad tahavad jõuda spetsiifilise tulemuse või eesmärgini, kuid ei taju automaatselt vajalikku teed või lahenduskäiku, mis võimaldaks selleni jõuda.

Probleemitüüpe on eri käsitlustes kategoriseeritud erinevalt. Newelli ja Simoni (1972) järgi võib need kõige üldisemalt jaotada kahte gruppi: lihtsad ja kompleksed problee-

mid. Simon (1973) on probleeme jaganud määratletud ja määratlemata probleemideks, milles esimese korral esinevad info lahendi kohta äratuntav struktuur ja andmed ning objektid, millega lahend seostub. Määratlemata probleemide puhul on tegemist lahenda- ja jaoks uue olukorraga, mille puhul võib esineda mitu erinevat lahendit ning mille puhul tuleb lahenduskäik välja töötada.

Jonassen (1997) eristab hästi ja halvasti struktureeritud probleeme ning soovib mõlema lahendamiseks erineva ülesehitusega mudeleid, sest varieeruvat tüüpi probleemide lahendamiseks on tarvilikud erinevad oskused. Koolis esitatud probleemid on tavapäraselt hästi struktureeritud, mille lahendamisel rakendatakse tüüpsituatsiooni lahendamiseks mõeldud piiratud hulk valitud kontseptsioone, reegleid ja põhimõtteid. Halvasti struktureeritud probleemid kerkivad esile igapäevaelus ning tööalases praktikas. Lahendid on harilikult ettearvamatud ning divergentsed. Probleemidele lahenduste leidmiseks võib vajalik olla mitme eri valdkonna teadmiste ühendamine.

Üheks enimlevinud probleemitüüpide jaotuseks on Jonasseni (2000) kategoriseering, mis püüab lihtsustada probleemide lahendamise teaduslikku uurimist. Jonassen väidab, et eri tüüpi probleemide lahendamisel varieeruvad lahendamiseks vajalikud kognitiivsed ning afektiivsed eeldused, mistõttu peavad erinema ka eri tüüpi probleemide lahendamise oskuse arendamiseks vajalikud juhised. Lähtuvalt eeldusest, et probleemi puudutav ülesanne on konstantne, jagas ta lahendaja ja konteksti omaduste muutlikkusest tulenevalt 11 tüüpi probleemid kahte kategooriasse:

- a) Ühe lahendiga probleemid, mille lahendina eksisteerib vastus, mis on teistest õigeim. Siia alla liigitas ta:
 - o loogikaprobleemid,
 - o algoritmilised probleemid,
 - o tekstülesandelised probleemid,
 - o reeglirakendamise probleemid.

- b) Probleemid, millel võib olla mitu võrdväärset lahendit:
 - o otsustamisprobleemid,
 - o veaparandamise probleemid,
 - o diagnoosimis-lahendus-probleemid,

- strateegilise tegutsemise probleemid,
- juhtumiuuringu probleemid,
- disainiprobleemid,
- dilemmad.

Probleemi tüübid varieeruvad alates täpsete lahenditega loogika ja algoritmilistest probleemidest kuni verifitseerimatute korrektsete lahenditega dilemmadeni. Mitme lahendiga probleemide defineerimisel, erinevalt ühe lahendiga probleemidest on kontekstil väga suur roll. Näiteks Dörner ja Wearing (1995) vaatlevad probleemide lahendamist spetsiifilise keskkonna kontekstis lahendaja ning kompleksse ülesande vahelise vastastikmõjuna. Ülesannet defineeritakse läbi takistuste, mis paiknevad eesmärgi ning probleemide lahendamise eelse seisundi vahel.

Individaalsetest omadustest tingitult on teismelistel raskusi informatsiooniga seonduvate probleemide lahendamisel. Õpilastel võib tekkida raskusi probleemi defineerimisega. Raskused tulenevad sellest, et õpilased ei suuda rakendada varasemaid teadmisi, enda jaoks lahti mõtestada ülesande nõudeid ja kindlaks määrata vajalikku informatsiooni (Walraven *et al.*, 2008). Paljud õpilased alustavad ülesande lahendamist enne materjalidega tutvumist või selle lahtimõtestamist (Fidel *et al.*, 1999). Samuti ei pruugi õpilased suuta eristada olulisi ning ebaolulisi materjale ja sellest tulenevalt informatsiooni valida ning eristada (Lorenzen, 2002).

Jonasseni liigituse (2000) järgi nimetatakse kõige komplekssemaid ja määratlematu- maid mitme lahendiga probleeme dilemmadeks. Nii igapäevaelus kui ka koolis toimetulekuks on taoliste paljude võimalike lahenditega probleemide lahendamise oskus ääretult oluline, mistõttu vaadeldakse järgnevas alapeatükis dilemmade olemust lähemalt.

1.2. Dilemmad

Eesti õigekeelsussõnaraamat defineerib dilemmat kui valikut kahe enam-vähem võrdse- na näiva võimaluse vahel. Seda pisut laiemalt lahti mõtestades võib sellest tuletada, et keegi, nimetagem teda siinkohal otsustajaks, peab langetama valiku ehk võtma vastu

otsuse mitme võrdse valikuvariandi vahel. Eesti gümnaasiumi riiklik õppekava näeb ette, et loodusainete valdkonda kuulub ka sotsiaalse kompetentsi kujundamine. Seda on võimalik saavutada eelkõige dilemma lahendamise ja sotsiaalteaduslike otsuste tegemise protsessis, kus arvestatakse lisaks loodusteaduslikele seisukohtadele ka inimühiskonnaga seotud aspekte – seadusandlikke, majanduslikke ning eetilisi-moraalseid seisukohti. Jonasseni (2000) kohaselt on dilemma positsioon vastandav, ühest lahendit erinevate argumentatsioonieelistuste ja õigustuste tõttu välistav, kompleksse temaatikaga ning interdistsiplinaarne probleem. Siiski ei tähenda see, et dilemmadele lahendused puuduvad. Võimalik on katsetada mitmeid lahendeid, mille edukus sõltub asjaolust, mil määral on osapoolte arvamused rahuldatud. Dilemmade eripäraks ongi, et tavaliselt ei rahulda ükski lahend kõigi huvigruppide vajadusi.

Footi järgi (1983) on moraalsed dilemmad mitte situatsioonid, kus indiviid ei suuda otsustada kuidas tegutseda, vaid pigem olukorrad, kus isik paikneb konflikti olukorras ning tal on moraalseid põhjusi eelistamiseks mitut tegevuskäiku, kuid mitme lahendi valimine on välistatud. Indiviidi valik sõltub siinkohal tema sisemisest moraalinormidest, mis mõjutavad tema tegevust ning suhtumist olukorda. Sellistes situatsioonides, ei arvesta otsuse langetaja valikut tehes paratamatult kõiki aspekte, mida ta tahaks või peaks arvesse võtma. Nii näiteks kipub avalikkus arvama, et noorukitel on valdavalt puudulik moraal ning võime omandada moraalseid väärtusi (Hart *et al.*, 2005). Niisugune eelarvamus tuleks koolikontekstis unustada, kuna noorukieas saadud moraalsed t moodustavad aluspõhja täiskasvanu moraalsele väärtustele, identiteedile ning tegutsemisele (Matsuba *et al.*, 2004). See omakorda tagab vastutustundlikku elustiili kogukonna ning laiemale üldsuse suhtes.

Paljude maailmas enim kõneainet tekitavate probleemide puhul on tegemist sotsiaalsete dilemmadega. Üheks esimestest, kes sotsiaalse dilemma määratlusega tegelema hakkas, oli Dawes (1980). Ta defineeris selle kui situatsiooni, kus igal otsuse langetamises osalejal on domineeriv strateegia või arvamus, mis tagab talle teistele osapooltele vaatamata parima olukorra lahendi. Kui otsustajad lähtuvad personaalsetest strateegiatest, on lõpptulem kõigi jaoks halvem võrreldes sellega, kui kõik oleksid lähtunud koostöö põhimõtetest.

Lihtsustatumalt võib sotsiaalseid dilemmasid defineerida kui olukordi, mis kätkevad endas konflikti kohese ning otsese isikliku huvi ning pikema-ajalise kollektiivse huvi vahel. Isiklikust huvist lähtumise ahvatluste tõttu osutuvad taolised olukorrad suurteks väljakutseteks, kuigi osapooled saavad aru pikaajalisest kollektiivsest lähenemisest saadavatest tuludest. (Van Lange *et al.*, 2013)

Sotsiaalsete dilemmade valdkonnad on väga mitmekesised ning võivad hõlmata alates kahest inimesest kuni kogu riigi või isegi kogu maailma rahvastiku huve. Üheks paljudest sotsiaalsetest dilemmadest on keskkonnavalased.

Inimtegevusest põhjustatud keskkonnavalaste mõjudega tegelemine ja nende ennetamine on ülimalt oluline, kuna see ei ole seotud geograafiliste piiridega ning võivad põhjustada pikaajalisi pöördumatuid tagajärgi (Lash *et al.*, 2007). Kuigi võib eeldada, et enamik keskkonnaprobleeme on tekkinud tahtmatult inimtegevuse kõrvalmõjuna, ei õigusta see reaalselt kahju keskkonnale. Potentsiaalset keskkonnamõju tekitavate projektide või ettevõtmiste käsitlestesse tuleks kaasata kõik teemast huvitatud osapooled (Nielsen, 2001) ning keskkonnavalaste dilemmade lahendamisel on ääretult oluline osapooltevaheline suhtlus.

Parim viis keskkonnavalaseid konfliktiolukordi vältida on neid enne tekkimist eneste jaoks teadvustada ning püüda neid ennetada. Konkreetse keskkonnavalase dilemma puhul võib esile kerkida liiga palju lahendamise seotud osapooli või huvigruppe, et oleks võimalik teema igakülgsest avada. Seetõttu piirdatakse enamasti nelja valdkonna – majanduslike, ökoloogiliste, seadusandlike ning eetilise-moraalsete – seisukohtade arvestamisega (nt Pata *et al.*, 2005). Probleemi parimaks lahendamiseks peab iga osapool välja tooma vaid kindlad aspektid, et teiste huvigruppide esindajatel oleks võimalik saada ülevaade kõigist valdkondadest. Siiski peaks iga grupp otsuste langetamisel lähtuma eelkõige oma eesmärkidest ning nendest tulenevalt valima sobivaima lahenduse.

Kaasaja koolides on keskkonnavalased teemad saanud palju tähelepanu. Oliveira ja teiste (2012) hinnangul peaksid õpetajad õppetöö käigus keskkonnavalaste dilemmade lahendamisel pöörama rohkem tähelepanu dilemmade disainile. See tähendab, rohkem arvestama õpilaste eripäradega, väidete ning lõpptulemuse tahtlikkusega ning moraaliküsi-

muste keerukusega. Seeläbi soodustataks produktiivse õhkkonna teket klassiruumis, mis tagaks ratsionaalse ja põhjendamispõhise keskkonnaalase argumentatsiooni.

1.3. Otsuste langetamine

Igapäevaelus langetab indiviid suurel hulgal lihtsaid intuitiivseid otsuseid, kuid ka keerukamaid sotsiaalseid, majanduslikke, haridusalaseid, poliitilisi ning tööalaseid otsuseid, mis võivad pikemas perspektiivis avaldada elule suuremat mõju. Watson (2010) on defineerinud otsust kui kohustumist mingile tegevuskavale, eristades seda hinnangust. Zeleny (1982) on eristanud kahte peamist lähenemist otsuste langetamisele. Esiteks tulemusele orienteeritud lähenemine, mis eeldab, et kui inimene oskab korrektselt ennustada lahendit, mõistab ta ilmselgelt ka otsuse tegemise protsessi. Teine lähenemine on protsessile orienteeritud ning tugineb vaatel, et kui otsuse langetaja mõistab otsustusprotsessi, oskab ta ka korrektselt lahendit ennustada. Otsuste langetamisele keskendunud uuringud on tavaliselt defineerinud otsuse langetamist kui võimalike alternatiivide hulgast ühe kindla valikuvariandi valimise protsessi (Beyth-Marom *et al.*, 1991; Miller *et al.*, 2001). Seda mõjutavad vaistlik tunnetus, kinnistunud varasemad teadmised, perekond, kaaslaste surve, mälu, eelarvamused, info kodeerimine, tunded, motivatsioon, probleemide lahendamise oskus ja teised omadused (Klaczynski *et al.*, 2001).

Huber (2003) on väitnud, et otsuste langetamine areneb läbi modaalsuste, mis tulenevad indiviididest ja gruppidest. Näiteks koolis on otsustajateks professionaalid, administratiivtöötajad ning õpetajad, kes langetavad individuaalseid otsuseid, mis on ametlikult või mitteametlikult ühendatud rühmas langetatud otsustega. Seetõttu peavad õpetajad tunnetama enda ja teiste koolielus tegevate inimeste otsuste mõju laiemalt. Õpetamise käigus võivad õpetaja otsused keskenduda vaatlusele, kas õpilased õpivad ja sellele, kas ta peaks õpetamise käigus metoodikat kohendada. Pärast õpetamist langetatud otsused võivad määrata, kuidas õpilasi hinnata või missugust tagasisidet anda. Kõigi nende otsuste langetamisel on oluline roll klassiruumi kontekstil, õpetaja kogemustel ning enda eriala, pedagoogiliste võtete ning õpilaste tundmisel (Kohler *et al.*, 2008).

Selle uuringu seisukohalt on olulisemad aspektid õpilaste otsused ning nende langetamise oskus. Koolitunnis seostub otsuste langetamine ja selle arendamine tavaliselt erinevate teoreetiliste ning praktiliste ülesannete lahendamisega. Otsuseid võib langetada nii individuaalselt kui ka rühmades. Individuaalseid otsuseid eristavad üldisemalt kolm faktorit: otsuste tunnused, olukorra faktorid ning individuaalsed erinevused (Hunt *et al.*, 1989).

Paljude lahendamist nõudvate probleemide keerukusest tingitult on mõttekaim nende lahendamine ning otsuste langetamine rühmades. Eksperimendid on näidanud, et kokkuleppele jõudmiseks tuleks julgustada grupiliikmeid avalikult enda divergentseid arvamusi avaldama. See edendab informatsiooni vahetust ning sooritust probleemide lahendamisel (Johnson & Johnson, 1989). Otsuste langetamise oskuse kujundamisel on koolis sobivaks meetodiks rühmatöö, mis suunab õpilasi erinevatest seisukohtadest lähtuvalt probleemile lahendusi otsima.

Rühmatöö üheks miinuseks on, et kiputakse arutlema informatsiooni üle, mis on kõigile tuttav, kuid on oluline, et grupisiselt arutletaks ka värskest omandatud materjalide ning informatsiooni üle (Klocke, 2007). Wittenbaum jt. (2003) on näidanud, et probleemiks on asjaolu, et inividid kipuvad esitama teistele rühma liikmetele enda eelistatud lahendit toetavat informatsiooni positiivsemas valguses võrreldes personaalselt vähem eelistatud alternatiivi puudutavat infot. Samas toob Klocke (2007) välja, et otsuste langetamine väikestes gruppides on eriti produktiivne olukorras, kus iga grupi liige omab lahendi seisukohast unikaalset informatsiooni ning optimaalse otsuseni on võimalik jõuda vaid taoliste infokildude sünteesimise abil.

Grupiotsuste puhul on tegemist kompromissotsustega, see tähendab, et otsuseni jõutakse kõigi grupiliikmete ühise arutelu käigus. Kuna arvestatakse kõigi huvigruppide seisukohtadega, on oluline vaadelda ka nende lõppotsuste kompetentsust.

1.4. Otsuste kompetentsus

Inimestel tuleb igapäevaselt vastu võtta kaalukaid otsuseid, mis puudutavad nende tervist, rahalisi vahendeid ning keskkonnaalast mõju. Otsuste langetamise kompetentsusele keskenduvad uurimused vaatlevadki enamasti indiviide oluliselt mõjutavate otsuste te-

gemise oskusi, mis on vajalikud paremate tulemuste saavutamiseks (Bruine de Bruin *et al.*, 2007). Otsuste kompetentsuse uuringud parandavad meie arusaamu kognitiivsetest protsessidest, mis kujundavad inimeste võimet teha otsuseid, aga ka elukestvat arengut (Bruine de Bruin *et al.*, 2012). Bruine de Bruin jt. (2007) väidavad, et otsuste langetamise kompetentsus on täielikult eristatav üldisest intelligentsist. Searight ja Hubbart (1998) on välja toonud, et tavaliselt viitab termin kompetentne otsuste langetamise oskus indiviidi võimele võtta vastu tähtsaid elulisi otsuseid meditsiinilises või juriidilises kontekstis. See vaatenurk rõhutab individuaalsete erinevuste mõõtmist.

Kompetentsete otsuste langetamine on võimatu vastavasisulise argumentatsioonita. Seetõttu vaadeldaksegi järgnevalt argumentatsiooni olulisust kompetentsete otsuste langetamisel. Argumentatsiooniteooria määratleb argumendi kui mõtlemisstruktuuri, mis koosneb teesist ja põhjendusest (Fisher, 2001). Oaksford jt. (2008) on välja toonud, et argument on üldine protsess, mis koosneb spetsiifilisematest põhjendamise vormidest. Elus esinevad reaalselt argumendid sageli dialoogi või debati vormis. Kompetentse kompromissotsuse langetamisel on oluline, et vastav debatt või dialoog hõlmaks kõigi osapoolte kõiki teemakohaseid arusaamu.

Argumentide leidmine ja sõnastamine võib kohati olla keeruline. Nende leidmine sõltub sellest, kui aktiivselt me tõlgendame igapäevaelus seda, mida kuuleme või loeme, ning kui edukalt me raskesti arusaadava argumendi korral selle struktuuri enda jaoks loovust kasutades lahti mõtestame (Zohar & Nemet, 2002). Sellest tulenevalt võib väita, et argumentide esitamine seostubki pigem matemaatika- ning loogikavälise mitteformaalse kontekstiga, kus tuuakse välja põhjusi ja tagajärgi, plusse ja miinuseid ning võimalikke eeliseid ja kahjusid. Sarnaselt käesolevale uurimustööle on argumenteerimine aluseks hoiakutele ja arvamustele ning see kaasneb halvasti struktureeritud probleemide (k.a. dilemmad) lahendamisega (Kuhn, 1991).

Means ja Voss (1996) leidsid, et õpilaste argumenteerimisoskus ei kasva koolis vanuse lisandumisega olulisel määral. Selle peamise põhjusena on Newton jt. (1999) välja toonud loodusteaduste õpetajate dominantse diskursuse läbiviimise koolitundides, mis ei võimalda kogu klassi hõlmavaid arutelusid ja õpilaste kaasatust argumentide loomisesse ning seeläbi ei anna õpilastele võimalusi enda argumenteerimisoskust täiustada. Isegi kui õpetajad toetavad loodusteaduslikku diskursust, on õpilaste jaoks keeruline osaleda

grupiaruteludes (Kuhn *et al.*, 2008), kui neil ei võimaldata tegutseda kindlat toetust pakkuvas õpikeskkonnas (Bell, 2004). Taolises õpikeskkonnas on mõttekas õpiprotsessi läbi viia rühmatööna. Koolis rühmatöö käigus välja toodud seisukohti võib defineerida kui dialoogil põhinevaid argumente, mis võetakse vastu õpilaste grupis, kui neil on palutud ühiselt argumente konstrueerida ja neid esitada (Evagorou & Osborne, 2013).

Zeidler jt. (2003) on avaldanud, et õpilased esitavad koolis vastustena väiteid, mis pole faktidega toetatud, on halvasti artikuleeritud või vasturääkivad. Õpilaste vastuste parandamiseks on vaja arenda puudulike vastuste ning probleemide lahendamise oskust, mis on kõige tõhusam õpilastele individuaalsel lähenemisel ja tagasiside andmisel (Anderson *et al.*, 2011). Õpilaste kompetentsete otsuste langetamise arenguks on üks võimalikest variantidest keerukate vähestruktureeritud probleemide (nt dilemmade) lahendamine. Dilemmade lahendamisel kompetentsete ekspertotsuste langetamisel tuleb arvesse võtta kõigi osalejate arvamusi ning lõppotsuses peaks avalduma kompromiss probleemi kõigi aspektide vahel (Pata *et al.*, 2005).

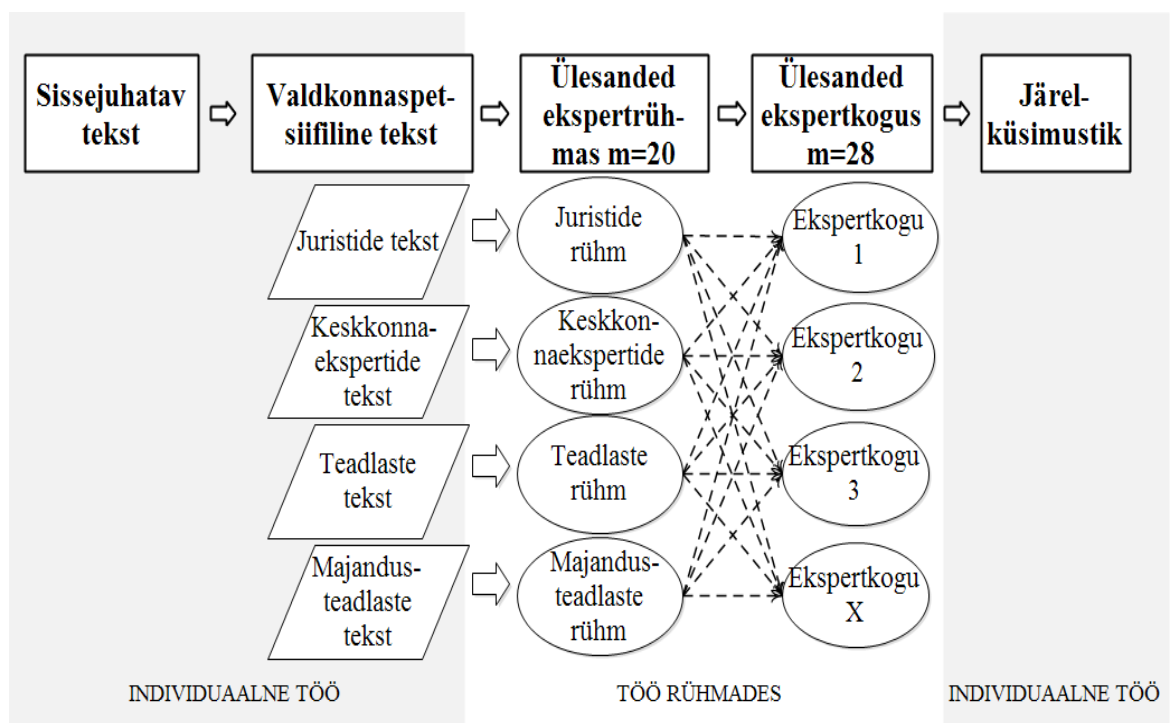
Otsuste kompetentsuse mõõtmisele lähenetakse tavaliselt läbi argumentatsioonile antud hinnangute. Means ja Voss (1996) leidsid, et argumentideks saab lugeda vaid neid väiteid, mis on põhjendustega toetatud ning need põhjendused seostuvad piisavalt esitatud järeldustega. Siiski võivad indiviidide eksperthinnangud erineda, mistõttu on välja töötatud terve rida toetavaid instrumente (Finucane *et al.*, 2010). Kahjuks kuulub valdav osa taolisi instrumente meditsiini valdkonda (nt Grisso *et al.*, 1997) ning vähe on arendatud kompetentseid elulisi otsuseid langetada aitavaid vahendeid. Siiski on välja toodud, et kompetentsete otsuste langetamist tuleks vaadelda kui mitmemõõtmelist kontseptsiooni, milleks on vajalikud mitmed oskused. Kompetentsi mõõtmiseks ning defineerimiseks on tarvilikud järgnevad kriteeriumid: võime aru saada ja meelde jätta olulist informatsiooni, struktureerida otsuse dimensioone ning alternatiive, hinnata informatsiooni olulisust personaalsel tasandil, kontrollida impulsiivsust ning ratsionaalselt integreerida informatsiooni ja põhjuslikkust (Rosenfeld *et al.*, 1995).

2. Metoodika

Vastavalt magistritöö eesmärkidele moodustati 10.-11. klasside õpilastest valim ning viidi läbi eksperiment, kus rakendati koostatud valdkonnapõhiseid materjale. Andmeid koguti uuringu ja järelküsimustiku abil ning tundi aitas organiseerida tööjuhendi kasutamine. Katsetus viidi läbi virtuaalses sünkroonses õpikeskkonnas, kus osalejad tutvusid materjalidega, lahendasid ülesandeid ning võtsid vastu otsuseid.

2.1. Uuringu ülesehitus

Uuringu läbiviimisel järgiti joonisel 1 välja toodud etappide järjestust:

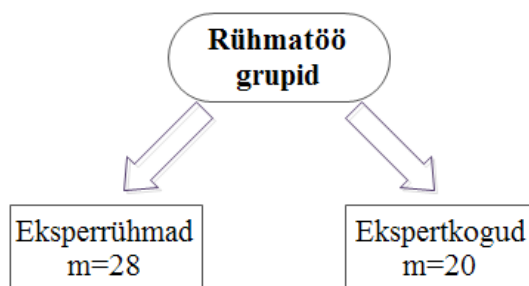


Joonis 1. Uuringu ülesehitus.

Uurimustööle seatud eesmärkidest lähtuvalt koostati sobivad materjalid: tööjuhend, tekstid ning ülesanded. Seejärel seati need üles virtuaalsesse sünkroonsesse keskkonda *Google Docs*. Enne uuringu läbiviimist korraldati 2012. aasta kevadel koostatud materjalide valideerimiseks ning korrigeerimiseks pilootuuring. Kuna uurimustöö materjalid olid üles seatud virtuaalsesse õpikeskkonda, leidsid nii piloot- kui põhiuuring aset arvu-

tiklassis ning kestsid ühe koolitunni ehk 45 minutit. Eksperiment viidi läbi viies etapis (joon. 1): sissejuhatava teksti lugemine, valdkonnaspetsiifilise teksti lugemine, ekspert-rühmas ülesannete lahendamine, ekspertkogus ülesannete lahendamine ning järelküsimustikule vastamine. Keskkonda sisenedes tutvusid õpilased kõigepealt kahe tekstiga, mille põhjal hakati edasisi ülesandeid lahendama ning otsuseid langetama. Õpilased jagati nelja valdkonnaspetsiifilisse rühma – juristid, keskkonnaekspertid, teadlased ja majandusteadlased. Õpilased leidsid vastuseid toodud küsimustele ja langetasid otsuseid, vaid enda rühma tekstile baseerudes.

Pärast valdkonnaspetsiifiliste ülesannete lahendamist grupeeriti õpilased õpikeskkonnas ümber (joon. 2). Moodustati ekspertkogud, kuhu kuulus igast valdkonna rühmast vähemalt üks ekspert. Moodustunud ekspertkogude hulk sõltus kohalolevate õpilaste arvust, näiteks kui klassis oli 20 õpilast sai moodustada 5 ekspertkogu. Juhul, kui kohal olnud õpilaste arv neljaga ei jagunud, liideti pooliku rühma moodustanud õpilased viimasesse tervikliku grupi moodustanud ekspertkogusse.



Joonis 2. Õpilaste jagunemine rühmatöös.

Pilootuuringu eesmärkideks seati uurimustöö korralduse ning valitud virtuaalse keskkonna sobivuse kontroll ning koostatud lisamaterjalide sobivuse uurimine. Sellest lähtuvalt tehti koostatud materjalidesse uuringu analüüsi tulemusena järgmised parandused: kohendati teadlaste ja juristide valdkonnatekstide sisu, muudeti koostatud ülesannete ajalisi proportsioone ning korregeeriti mõningaid nüansse koostatud tööjuhendis.

Edukalt sisseviidud muudatused võimaldasid töö sujuvama ning korrektsema läbiviimise. Magistritöö uurimus viidi läbi 2013. aasta kevadel ning võttis aega 45 minutit. Selle

tulemusena moodustus andmekogu õpilaste keskkonnaalase dilemma lahendamise seonduvate ülesannete lahendite ning otsuste näol.

Järelküsimumstik lasti õpilastel täita orienteeruvalt kuu aega pärast uuringu läbiviimist ning võttis aega ligi 10 minutit. Järelküsimumstiku tulemusena saadud andmed võimaldasid kõrvutada rühmatöö käigus dilemma lahendamiseks langetatud otsuste argumentatsiooni omandatud individuaalse dilemmade lahendamise oskusega.

2.2. Valim

Magistritöö uurimuse jaoks vajalik valim moodustati mugavusvalimina (Cohen *et al.*, 2007). Uurimustöös osales kolme Tartu linna kooli 116 õpilast ($n=116$) vanuses 16-18 a. Uurimustööle eelnes pilootuuring, milles osales ühe Tartu linna kooli 32 11. klassi õpilast.

Järelküsimumstikule vastas kokku 88 õpilast, kellest 74 olid eelnevalt osalenud virtuaalses õpikeskkonnas läbi viidud eksperimendis.

2.3. Materjalid

Uurimustöö materjalideks olid selgitav tööjuhend, erinevad tekstid, ülesannete lehed ning järelküsimumstik.

Tööjuhend

Magistritöö läbiviimiseks koostatud tööjuhendi (lisa 1) peamisteks eesmärkideks oli abistada õpilasi virtuaalsesse õpikeskkonda sisselogimisel ning keskkonnas suunavate juhiste jagamine.

Juhend koosnes viiest osast, millest esimene abistas õpilaste virtuaalsesse õpikeskkonda sisenemisel. Õpilastele jagatud tööjuhendi lehel oli välja toodud individuaalne kasutajanimi ning parool, mis võimaldas õpilasel siseneda keskkonda *Google Docs*. Teine lõik

suunas tutvuma sissejuhatava tekstiga. Tööjuhendi kolmas punkt jagas juhiseid valdkonnaspetsiifilise tekstiga tutvumise kohta. Neljas suunas õpilasi valdkonnaspetsiifiliste ülesannete lahendamisel ning viies ekspertkogus langetatava otsuse tegemisel.

Kuna eksperimendis püstitatud ülesannete lahendamiseks oli õpilastel aega üks koolitund (45 minutit), aitas juhend õpilastel etteantud ajagraafikus püsida. Juhendile oli märgitud ajaline määratlus, kui kaua oli õpilastel aega mingi uuringu osaga tegeleda. Ajagraafikus püsimine oli oluline, sest õpilased jagati õpikeskkonnas automaatselt gruppideks ning rühmatöö ladususe tagamiseks pidid õpilased üheaegselt töötama samade materjalidega.

Sissejuhatav ning valdkonnaspetsiifilised tekstid ja ülesanded

Sissejuhatava teksti (lisa 2) eesmärgiks oli anda kõigile uurimustöös osalenud õpilastele lühike meeldetuletav ülevaade üldisest energiatarbimisest, tuumaenergeetika ajaloost ning tuumaenergia tootjatest. Tekstis toodi välja faktid tuumaenergia sünnist ja arengust, erinevate energiaressursside osakaal maailma energiamajanduses, suurimad tuumaenergia tootjad ning tuumaenergia kasutamine Eesti lähiriikides. Tekstiga tutvumiseks oli õpilastel aega 5 minutit.

Valdkonnaspetsiifiliste tekstide all peeti silmas nelja umbes kahe lehekülje pikkust teksti (lisad 3-6), mis igaüks keskendus tuumaenergiale ning tuumaelektrijaama rajamisele spetsiifilise valdkonna seisukohast. Neli koostatud erineva valdkonna teksti olid järgnevad:

- a) keskkonnaekspert: kus lahatakse erinevaid võimalikke keskkonna alaseid mõjusid;
- b) majandusteadlane: kus vaadeldakse tuumajaama rajamise ning olemasoluga seonduvaid finantsaspekte;
- c) teadlane: kus selgitatakse tuumajaamade erinevusi, tööpõhimõtteid sobivust Eesti elektrivõrku;
- d) jurist: milles käsitletakse üldise energiamajanduse ning tuumaenergeetika seadusandluse hetkeolukorda.

Keskkonnaalase dilemma lahendamiseks seonduvate tekstide ning ülesannete koostamise aluseks võeti ka varem Eestis kasutatud (nt Pata *et al* 2005) Clarki ja Schaeferi (1989) poolt välja toodud eeldus, et dilemmadega tegelemiseks peavad osapooled jõudma jagatud keskkonnas ühiste arusaamadeni. Kõikide tekstide peamiseks eesmärgiks oli õpilaste tähelepanu juhtimine tuumajaama rajamisega seonduvatele võimalikele hüvedele ning komplikatsioonidele. Tekstide koostamise aluseks võeti iga valdkonna olulisemate teemade mitmekülgne esitamine, et pakkuda õpilastele objektiivset pilti hetkeolukorrast ning võimalust enda otsuseid ja arvamusi tekstist tuletatud tuumajaama rajamise poolt- ning vastuargumentidega toetada.

Keskkonnaekspertide tekstis (lisa 3) peatutakse pikemalt tuumajaama rajamiseks olulistel keskkonnanõuetel, tuumajaama seostel H₂O ja CO₂-ga ning inimeste ja radioaktiivsuse vastastikmõjudel. Samuti vaadeldakse radioaktiivsete jäätmete käitlemisega seonduvat. Keskkonnaekspertide tekstist tulenevalt võis tuua näiteks positiivse argumendi, et tuumajaamad emiteerivad märgatavalt vähem CO₂ gaasi kui näiteks söeelektrijaamad või vastuargumendina tuumakütuse transpordiga seonduvad probleemid.

Majandusteaduse alases tekstis (lisa 4) arutletakse Eesti elektrimajanduse lähituleviku üle, spekulieritakse Eestisse tuumajaama rajamise maksumuse üle ning võrreldakse tuumaenergia maksumust teiste energialiikidega. Majandusalase argumendina tuumajaama toetuseks võisid õpilased näiteks tuua välja, et Euroopa Liidu CO₂ kvoodi müügihinnad järjest kasvavad, kuid tuumaelektrijaama olemasolul lisakvooti osta tarvis ei ole. Majanduslikust seisukohast võis selle vastu tuua näiteks tuumajaama ehitamise, käigus hoidmise ja lõpliku sulgemisega seonduvad suured kulud.

Teadlaste valdkonna seisukohast koostatud tekst (lisa 5) annab ülevaate tuumaenergia tekkest, tuumakütuse olemusest, erinevatest tuumareaktorite põlvkondadest ning reaktori toimimisest üht tüüpi reaktori näitel. Lisaks arutletakse tuumaelektrijaama Eesti energiavõrku sobivuse üle. Tuumajaama rajamise poolt võisid õpilased tuua näiteks argumendi, et reaktorites kasutatavast kütusest kasutatakse järjest rohkem energia tootmise protsessis ära, mistõttu saab samast kütusest enam energiat ja jääb vähem jäätmeid. Vastuargumendina oli võimalik tuua näiteks asjaolu, et praegu maailmas enim levinud reaktoritüübi kasutamise korral tuleb iga 1,5-2 aasta järel kolmandik reaktoris kasutatavast tuumakütusest välja vahetada.

Juriidikat puudutavas tekstis (lisa 6) pööratakse tähelepanu praegu Eestis kehtivale tuumaenergeetikat käsitlevale seadusandlusele ning vaadatakse, mida tuleks seadusandlikust seisukohast ette võtta, et Eestisse oleks võimalik tuumajaama rajada. Veel heidetakse pilk Euroopa Liidu energiapoliitikale ning Balti riikidest ainsana tuumaenergia tootmise kogemust omavale Leedule. Juristide positiivse argumendina oli võimalik näiteks välja tuua, et Euroopa Liit on välja töötanud Balti energiaturu ühendamise kava, milles üheks alternatiiviks on tuumajaama rajamine. Negatiivse näitena võis tuua asjaolu, et Eestis pole loodud tuumaenergia tootmisega või tuumajaama ehitamisega seonduvat vastavat seadusandlust.

Moodustati neli rühma, kuna suurema hulga valdkondadega tegelemine võib muuta keeruliseks kompromissotsuse langetamise ning ekspertkogud ei pruugigi otsuseni jõuda. Õpilastele oli valdkonnapõhiste tekstidega tutvumiseks antud aega 12 minutit. Ekspert-rühmades ülesannete üle arutamiseks ja nende lahendamiseks oli õpilastel aega orienteeruvalt 20 minutit.

Hilisemaks analüüsiks toodi kõikidest valdkonnaspetsiifilistest tekstidest välja ka võimalike poolt- ning vastuargumentide hulk (tabel 1).

Tabel 1. Tekstides sisalduvate võimalike argumentide arv.

Argumendid	Maksimaalne	
	poolt	vastu
Juristid	4	5
Keskonnaekspertid	6	6
Majandusteadlased	6	4
Teadlased	5	4

Tekstidest tulenevate argumentide esitamiseks vajalikud katkendid on välja toodud lisa 8.

Tekstide põhjal lahendati rida valdkonnaspetsiifilisi ülesandeid (lisa 7). Ülesannete leht koosnes kolmest osast. Esimeses osas tõid õpilased välja kõik äsja loetud vastavast valdkonnaspetsiifilisest tekstist leitud poolt- ning vastuargumentid. Teises ülesandes pidid õpilased reastama neli nende arvates olulisimat valdkonnaspetsiifilist argumenti. Kolmandas osas tuli õpilastel langetada enda rühma valdkonnaspetsiifiline otsus esita-

tud küsimusele „Kas tuumaelektrijaama rajamine Eestisse oleks otstarbekas?“ ning enda arvamust argumentatsiooniga toetada.

Valdkonnaspetsiifiliste ülesannete lahendamise järgselt grupeeriti õpilased õpikeskkonnas ümber. Ekspertkogudesse jagatuna, kuhu kuulus igast valdkonnaspetsiifilisest rühmast vähemalt üks liige, tuli õpilastel vastu võtta keskkonnaalase dilemma – Kas tuumaelektrijaama rajamine Eestisse oleks otstarbekas? – suhtes lõplik otsus ning enda kompromissotsust põhjendada (lisa 9). Ekspertkogu otsuse vastuvõtmiseks oli õpilastel aega 8 minutit. Kogu uuring, see tähendab õpilaste poolne tekstidega tutvumine ning ülesannete lahendamine, viidi läbi virtuaalses sünkroonses keskkonnas *Google Docs*.

Google Docs

Informatsiooni- ja kommunikatsioonitehnoloogia (IKT) igapäevane kasutamine on teadmiste ning oskuste arendamisel muutunud asendamatuks. Koolitundides rakendatakse IKT-d järjest nooremates klassides, et tagada ja võimaldada selle kasutamise efektiivsus (Akbiyik *et al.*, 2012). Kuigi käeshoitavad seadmed, mobiiltelefonid ning digitaalsed kaamerad muutuvad järjest odavamaks, lihtsamini kasutatavaks ning võimaluselt paindlikumaks, on just veebis kättesaadavad vahendid loomingulise tegevuse ning andmete jagamise aluseks (Mostéfaoui *et al.*, 2012).

Viimase kümnendi jooksul on *Google* ära kasutanud enda mõju ning jõukust ja välja töötanud laialdase komplekti võrgupõhiseid tasuta tööriistu, mis on toonud kaasa revolutsiooni Interneti kasutuses. Nendest parimate vahendite rakendamine klassiruumis võimaldab õpetajatel 21. sajandile kohaseid õpieesmärke saavutada. Ajaga kaasas käiv õpetaja peab kasutama neid tehnoloogiaid, et täiustada õpilaste kriitilist mõtlemist ning probleemide lahendamise oskust. (Covili, 2012)

Üks *Google*'i poolt väljaarendatud rakendustest on *Google Docs*. Tegemist on võrgupõhise failide ja dokumentide hoiustamiskeskonnaga, kus inimesed saavad koostöö eesmärgil faile jagada ja muuta (Covili, 2012). *Google Docs* võimaldab koolitunni käigus kerge vaevaga koguda õpilaste rühmadelt andmeid ning neid arutelus rakendada (Bonham, 2011). Teisteks keskkonna eelisteks on juurdepääs kõikidest arvutitest, milles on internetiühendus, kiire ja kohene failide redigeerimise võimalus ning laiendamis-

võimalus ja vaid *Google*'i konto olemasolu nõue (Carter & Ambrosi, 2011). Samuti on plussideks asjaolud, et lisatud tekstid või failid salvestuvad automaatselt, võrgukeskkond võimaldab paremat koostööd (*chat*, failide ühine redigeerimine), mis on mugavam ja säästab aega. Kasutatavates arvutites ei pea olema isegi installeeritud teksti- ega andmetöötlustarkvara, sest kõik töövahendid on veebipõhised (Covili, 2012).

Käesolevas uurimistöö läbiviimise keskkonnaks valiti *Google Docs*, kuna see võimaldab õpilastel sinna üleslaetud või keskkonnas koostatud dokumente ühiselt redigeerida ja tulemuste üle arutleda (*chat*). Samuti on võimalik erinevaid faile jagada konkreetsete õpilastega ning seeläbi moodustada rühmasid. Eksperimendi läbiviimiseks loodi õpilaste tarbeks 32 anonüümset *Google*'i kontot, mille kaudu tagati nende juurdepääs materjalidele ning rühmadesse jagunemine. Kontole sisenedes avanes õpilasele esileht (lisa 10), kus olid välja toodud ülesanded, mida tuli hakata lineaarses järjestuses lahendama.

Järelküsimustik

Uurimuse järelküsimustikku (lisa 11) täitsid õpilased 2013. aasta kevadel umbes kuu aega pärast uuringut. Järelküsimustiku kaudu loodeti saada vastus kolmandale uurimisküsimusele, vaadeldes järelküsimustikus välja toodud argumente ning seeläbi saades ülevaate omandatud individuaalsest dilemmade lahendamise oskusest.

Küsimustik koosnes kahest keskkonnaalase dilemma püstitusest, milledest esimene katkus eelnenud uuringus esitatud probleemiga (Kas tuumaelektrijaama rajamine Eestisse oleks otstarbekas?). Teine küsimus seondus Tartu linna parkide ning nendes suuremahuliste ehitusprojektide lubamisega (Kas Tartu südalinnas paiknevates parkides oleks otstarbekas lubada ehitustegevus?). Teine dilemma valiti põhjusel, et teema on päevakohane ning palju kõneainet tekitanud. Kuna uurimus viidi läbi Tartu linna koolides võis eeldada, et teema pakub õpilastele huvi ning nad on probleemist meedia vahendusel varasemalt teadlikud.

Järelküsimustiku täitmiseks kulus õpilastel umbes 10 minutit. Järelküsimustiku täitsid kokku 88 õpilast, kellest 74 olid kohal ka arvutitunni käigus läbiviidud eksperimendi ajal. Andmete analüüsis kasutati vaid nende õpilaste antud vastuseid. Õpilaste esitatud

argumendid jagati kategooriatesse vastavalt andmeanalüüsi peatükis (vt ptk. 3.4) välja toodud jaotusele valdkonnapõhisteks poolt- ja vastuargumentideks.

2.4. Andmeanalüüs

Käesoleva uurimustöö käigus kasutati andmetena virtuaalses sünkroonses õpikeskkonnas *Google Docs* läbi viidud uuringu tulemusi ning paberil õpilaste käest saadud järelküsimustiku vastuseid. Saadud andmed kategoriseeriti ning taandati numbrilisteks näitajateks, et nende analüüsimiseks oleks võimalik kasutada statistilisi meetodeid. Andmed sisestati ning neid korrastati tabelarvutusprogrammis *Microsoft Excel 2010*. Samuti kasutati seda tarkvara hiljem tabelite ja diagrammide koostamiseks. Valimi väiksuse tõttu ei mõõdetud andmeteanalüüsis statistilt olulisust mõõtvaid funktsioone. Töös esitatud blokk skeemide koostamiseks kasutati visuaalset tötlusprogrammi *Edraw Max 7*.

Vastavalt uurimistööle seatud eesmärkidele uuriti tuumajaama rajamisega seostuva ühe valdkonnaga tutvumise mõju õpilaste argumenteerimisoskusele. Sarnaselt Meansi ja Vossi (1996) uurimusele mõisteti argumenteerimisoskuse all ka selles töös õpilaste poolt ning valdkonnatekstides esitatud argumentide hulka ning nende õigsust. Selle paremaks hindamiseks oli tarvilik välja tuua tekstides esinevad erinevate valdkondade korrektsed argumendid (vt tabel 1) ning õpilaste poolt ülesannete lahendites esitatud argumendid kategoriseerida. Õpilaste poolt esitatud argumentide õigsust hinnati kahes lõikes: valdkondade tekstidest tulenevad ja mittetulenevad argumendid ning poolt- ja vastuargumendid. Sellest lähtuvalt oli võimalik õpilastel esitada enda arvamuste toetuseks nelja tüüpi argumente:

1. Õiged õpilaste poolt esitatud valdkonnaspetsiifilised pooltargumendid. Näiteks:

Tuumaenergia kasutamine lõimib Eestit ja ülejäänud Baltikumi ühtsemaks omavahel ja Lääne-Euroopaga ja ülejäänud maailmaga konventsioonide kaudu.

2. Õiged õpilaste esitatud valdkonnaspetsiifilised vastuargumendid. Näiteks:

Tuumaõnnetuse käigus tekkinud radioaktiivsed isotoobid akumul eeruvad kud edesse ja elunditesse, mis võivad tekitada vähki ja teisi haigusi.

3. Õpilaste välja toodud valed, muu valdkonna või puudulikud pooltargumendid.

Näiteks:

Eesti saab aidata kaasa teaduse arengule!

4. Õpilaste esitatud valed, muu valdkonna või puudulikud vastuargumendid. Näiteks:

Oht rahvale.

Rajamine kall is ja ei tasu ära.

Õigete valdkonnaspetsiifiliste argumentide all peeti täpsemalt silmas korrektset konkreetse valdkonna poolt- või vastuargumente. Valede, muu valdkonna või puudulike argumentide all liigitati valdkonda mitte toetavaid või mõnest teisest valdkonnast pärinevaid poolt- või vastuargumente. Samuti arvestati siia kuuluvaks tühjaks jäetud lüngad ning argumendid, mida polnud võimalik üheselt tõlgendada.

Uurimistööle seatud teise eesmärgi – dilemma de lahendamisel õpilaste kompetentsete otsuste langetamise oskuse uurimise – saavutamiseks jagati õpilased valdkonna põhistes rühmades ülesannete lahendamise järel ekspertkogudesse, kuhu kuulus vähemalt üks iga valdkonna esindaja. Ühise arutelu käigus langetasid nad kompromissotsuse küsimusele „Kas tuumaelektri jaama rajamine Eestisse oleks otstarbekas?“ (lisa 9). Õpilastel oli palutud langetatud otsust põhjendada vähemalt kolme argumendiga. Langetatud otsuste kompetentsust vaadeldi skaalal 0-4, see tähendab, et lahenduse eest oli võimalik saada 0 kuni 4 punkti. Null tähistas puuduvat või täielikult vale vastust ning 4 tähistas vastust, kus esinesid kõigi nelja valdkonna õiged argumendid:

0 – vastuse toetuseks ei ole esitatud ühtegi õiget valdkondade tekstidest pärinevat poolt- või vastuargumenti, argumendid on ebatäpsed, liigselt lihtsustatud või on esitatud ebakorrektselt.

1 –välja on toodud üksnes ühe valdkonna poolt- või vastuargument. Ülejäänud valdkondade argumendid kas puuduvad või on liigselt lihtsustatud, esitatud ebakorrektselt

või ei tulene ühestki valdkonna tekstist. Isegi juhul kui ühest ekspertvaldkonnast on välja toodud mitu õiget argumenti, on esindatud endiselt vaid üks valdkond.

2 – välja on toodud kahe erineva valdkonna õiged poolt- või vastuargumendid. Ülejäänud valdkondade argumendid kas puuduvad, on liigselt lihtsustatud, esitatud ebakorrektelt või ei tulene tekstidest.

3 – argumentidena on esitatud kolme erineva valdkonna vähemalt üks õige poolt- või vastuargument. Neljanda valdkonna argument kas puudub, on ebatäpne, liigselt lihtsustatud, esitatud mittekorrektelt või ei tulene ühegi valdkonna tekstist.

4 – on välja toodud kõigi nelja valdkonna vähemalt üks õige poolt- või vastuargument.

Uurimuse kolmanda eesmärgi saavutamiseks – rühmatöö käigus omandatava individuaalse dilemmade lahendamise oskuse selgitamine – rakendati järelküsimumstikus (lisa 11) õpilaste antud vastuste uurimiseks esimesele uurimisküsimumsele sarnast kategooriasse jagamise meetodit. Erinevuseks oli asjaolu, et ei määratletud õigeid ja valesid argumente. Valed poolt- või vastuargumendid koos nelja käsitletud valdkonda mitte kuuluvate ja teemaga mitte seotud argumentidega määratleti kategooriasse „Muud argumendid“.

3. Tulemused ja arutelu

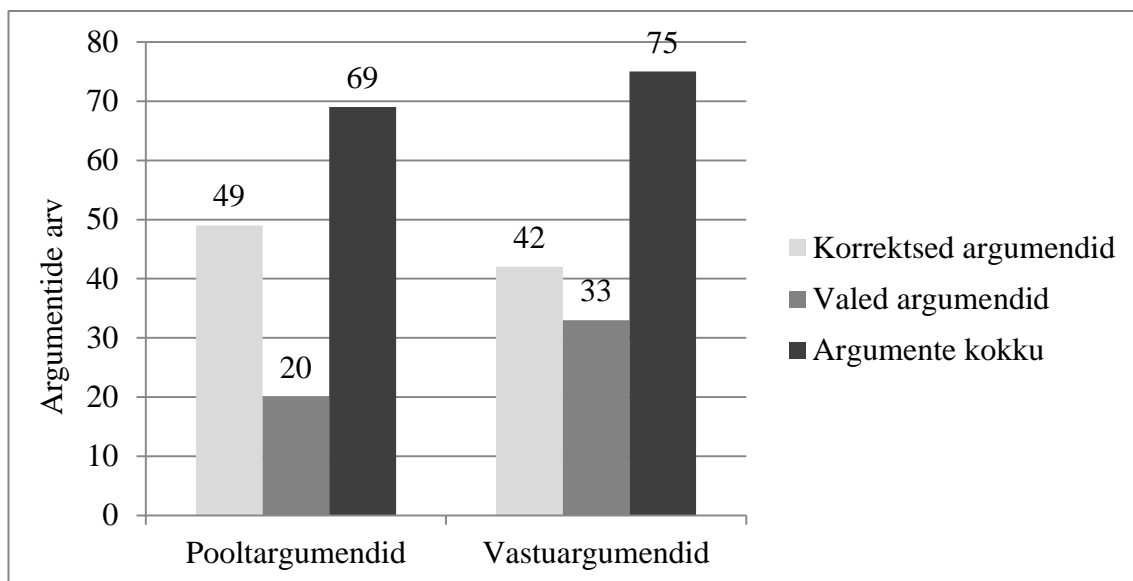
Käesolevas magistritöös tutvustati õpilastele koostatud erinevate valdkondade tekste. Seejärel langetasid nad rühmadesse jagatuna tuumaelektrijaama rajamise dilemmaga seonduvaid argumentatsiooniga toetatud otsuseid. Uurimustöö tulemused ja arutelu esitati vastavalt sissejuhatuses välja toodud uurimisküsimustele. Saadud andmed võimaldasid selgitada, milline oli gümnaasiumi õpilaste rühmatööst tulenev valdkonnapõhine argumenteerimisoskus, kui kompetentsed olid virtuaalses sünkroonses õpikeskkonnas keskkonnaalase dilemma lahendamise käigus õpilaste poolt langetatud otsused ning mil määral omandati rühmatöö tulemusena individuaalne dilemmade lahendamise oskus.

3.1. Valdkonnatekstide mõju õpilaste argumenteerimisoskusele

Selleks, et selgitada millised olid töös osalenud gümnaasiumi õpilaste rühmatööst tulenev valdkonnapõhine argumenteerimisoskus, uuriti kõigepealt keskkonnas *Google Docs* esitatud valdkonnapõhiste materjalide (lisad 3-6) ning ülesannete (lisa 7) abil, kui palju ja milliseid argumente õpilased enda väidete kinnistuseks esitasid. Õpilased pidid esitama poolt- ja vastuargumente tuumaelektrijaama Eestisse rajamise otstarbekuse kohta. Eelnevalt otsiti tekstidest välja kõik võimalikud lõigud, mille põhjal uurimuses osalejad said poolt- ning vastuargumente esitada. See võimaldas hilisemalt õpilaste leitud valdkonnapõhiste tekstidega võrrelda. Tabelis 1 on avaldatud valdkonnatekstides esinevate poolt- ning vastuväidete jaotus. Õpilaste vastustena kirjutatu jagati rühmadesse vastavalt metoodika osas välja toodud jaotusele (vt ptk. 3.4.). Lisas 8 on välja toodud tabeli 1 väärtuste taga peituvad valdkonnaspetsiifiliste tekstide katkendid, mille põhjal oli õpilastel võimalik poolt- ning vastuargumente moodustada.

Õpilased esitasid 20 valdkonnaspetsiifilistes rühmades kokku 144 argumenti, millest 69 olid tuumajaama rajamise otstarbekust toetavad ning 75 olid vastu (lisa 12). Valdkonnarühmade kõige sagedamini esinev argumentide arv (mood) oli 6. Õpilaste rühmade poolt välja toodud tuumajaama rajamise poolt esitatud argumentide mood oli 4 ning vastuargumentide puhul 3, samas olid korrektsete argumentide puhul vastavad numbrid 3 ning 2. Pooltargumentide koguarvust olid korrektsed valdkonnaspetsiifilised 49 ning

ebatäpsed, valed või puudulikud 20. Tuumaelektrijaama ehitamise vastu esitati korrektseid argumente 42 ning valesid 33 (joonis 3).



Joonis 3. Õpilasarühmade esitatud kõigi argumentide jaotus.

Selleks, et paremini mõista erinevusi valdkondade ning poolt- ja vastuargumentide vahel ja selgitada õpilaste poolt välja toodud väidete metoodikast tulenevat olemust, toodi iga valdkonna statistika välja eraldi ning lisati ka õpilaste poolt esitatud korrektsete ning valede argumentide näited. Õpilaste rühmadel oli palutud esitada vaid loetud valdkonnapõhistest tekstidest tulenevaid argumente. See tähendab, et juristid pidi esitama vaid eelnevalt loetud õigusalasest tekstist leitud argumente, teadlased vaid teadlaste teksti põhiseid jne. Nende kategooriatesse jagamiseks kasutati peatükis 3.4. esitatud jaotust. Tulemuste saamiseks analüüsiti lisas 12 nähtavat numbrilist jaotust. Kõigi järgnevate valdkondade maksimaalne õigete argumentide arv on esitatud tabelis 1.

Juristid

Juristide viis rühma esitasid kokku 28 poolt- ja vastuargumenti. Õigeid valdkonnaspetsiifilisi pooltargumente toodi kokku välja 7 ning tekstist mittetulenevaid, teise valdkonda kuuluvaid või valesid 4. Rühmade lõikes varieerus korrektsete argumentide arv nullist kolmeni (lisa 12). Tekstidest võimalike leitava juristide rühmade pooltargumentidega kattuvad paljudest ka järgnevad õpilaste poolt esitatud näited:

Tuumaenergia kasutamine lõimib Eestit ja ülejäänud Baltikumi ühtsemaks omavahel ja Lääne-Euroopaga ja ülejäänud maailmaga konventsioonide kaudu.

Tagaks riigile tõhusa ning konkurentsivõimelise energiapoliitika.

Ebakorrektsete juristide rühmade õpilaste poolt toodud pooltargumendid olid näiteks:

Saastaks tība loodust.

Energia oleks odavam.

Esitatud vastuargumente oli kokku 17. Korrektseid vastuargumente esitati juristide rühmades kokku 7, mis tähendab, et tekstist mittetulenevaid, teise valdkonna või täiesti valesid vastuargumente oli 11. Rühmade lõikes varieerus argumentide arv nullist neljani. Juristide esitatud vastuargumentide korrektsete ja tekstiga kattuvad väited olid näiteks:

Riigi juhtkond peab heaks kiitma tuumaenergia, kui ühe põhilise energiasuuna.

TEJ vajab vastavat seadusandlust.

Valede juristide argumentide hulka liigitati näiteks väited:

Oht rahvale.

Rajamine kallid ja ei tasu ära.

Juristide valdkonnaspetsiifiliste rühmade tulemustest selgus, et õigeid valdkonnapõhised argumendid moodustasid kõikidest esitatud pooltargumentidest vaid 31 %. Märgatav varieeruvus esines ka rühmade vahel. Ühes rühmas ei pandud kirja ühtegi õiget argumenti, samas kui teises rühmas oli neid poolt- ning vastuargumentide peale kokku 7. Puudulike välja toodud näidete põhjal on näha, et paljud juristide argumendid toodi hoopis välja õpilaste varematest teadmiste tulenevalt majanduse ning keskkonna valdkondadest. Samuti tehti suuri üldistusi, mis ei võimaldanud argumente ühte kindlasse valdkonda määratleda.

Keskkonnaeksperdid

Keskkonnaekspertide viis rühma töid kokku välja 40 argumenti. Poolt- ja vastuargumente esitati võrdselt 20. Õigete valdkonnaspetsiifiliste pooltargumentide arv oli kokku 15. Valesid pooltargumente töid õpilased välja kokku 5. Keskkonnaekspertide valdkonnapõhiste rühmade siseselt vaheldus õigete argumentide arv kahest viieni. Õigetest pooltargumentidest võib tuua järgnevad näited:

Kui ei kasutataks tuumaenergiat, oleks õhku paisatav CO₂ kogus iga aasta 8% suurem.

Uute reaktoripõlvkondade reaktorites kõrgaktiivsete jäätmete kogus väheneb oluliselt; tõenäoliselt õnnestub tulevikus enamus tuumajäätmetest energiatootmisel ära kasutada.

Ebakorrektsete argumendid olid näiteks liigselt üldistatud väited:

Tuumaaenergia on säästev.

Efektiivne energiatootmisvahend.

Õigete valdkonnaspetsiifiliste esitatud vastuargumentide arv oli viies rühmas kokku 14. Puudulikke vastuargumente esitati 6. Korrektsete keskkonnaalaste argumentide arv varieerus kahest viieni. Vastuargumentide korrektsete näidetena toodi välja õpilaste poolt esitatud järgnevad väited:

Tuumaoõnnetuse käigus tekkinud radioaktiivsed isotoopid akumulatsioonid kudedesse ja elunditesse, mis võivad tekitada vähki ja teisi haigusi.

Tuumajaamadega võivad kaasas käia väiksemad lokaalsed keskkonnaprobleemid, nagu liigselt soojenenud vee sattumine veekogudesse või minimaalsed radioaktiivsete osakeste sattumised keskkonda.

Keskkonnateadlaste valede vastuargumentide hulka liigitati õpilaste poolt esitatud järgnevad näited:

Liiga kallis ehitada.

Väga kulukas ning samas ka ohtlik ettevõtmine.

Keskkonnaekspertide valdkonnapõhiste rühmade tulemused näitasid, et õpilaste välja toodud argumentidest peaaegu pooled (48 %) olid keskkonnaga seonduvad ning korrektsed. Ka rühmade lõikes jagunesid õiged leitud argumendid ühtlasemalt kui näiteks juristide valdkonnas. Puudusid rühmad, kus ei toodud ühtegi korrektset valdkonnapõhist argumenti. Valede argumentide hulgas domineerisid liigselt üldistatud väited, mis ei võimaldanud neid korrektseteks lugeda.

Majandusteadlased

Majandusteadlaste viies rühmas esitatud 35-st argumendist (lisa 12) oli pooltargumente 18 ning nendest korrektseid 15 – maksimaalselt leiti 5 ja minimaalselt 1. Korrektsed tekstist tulenevad pooltargumendid olid paljudest näiteks:

EL-i poolt on antud aeg, et minna üle teistele energiaallikatele, mis pikemas perspektiivis tõstab elektriinda, mis on toodetud põlevkivist.

Võimalik uute töökohtade loomine (3000-4000 + 400 töökohta).

Majandusteadlaste rühmade esitatud puudulikkude pooltargumentide näidetena võib välja tuua järgnevad:

Odavam elektri hind tarbijale.

Väiksem riik- väiksem kulu.

Vastuargumente toodi majandusteadlaste rühmades välja 17, millest korrektseid valdkonnamaterjalidest tulenevaid oli 13. Majandusteadlaste rühmades varieerus õigete väidete arv ühest neljani. Majandusteadlaste poolt tuumajaama Eestisse rajamise otstarbekuse vastu rääkivate tekstist tulenevate väidetena toodi välja näiteks:

Suured kulutused tuumajaama ehitusel ja töös hoidmisel, hiljem sulgemiskulutused.

Peab välismaalt ostma kütust ja välismaale jäätmed ka ära viima.

Õpilaste poolt välja toodud argumentidest liigitati majandusteadlaste seisukohast valedeks näiteks:

Võimalik radioaktiivne saaste.

Võivad olla suured reostused mingite õnnetuste puhul.

Majandusteadlaste rühmades moodustasid õiged argumendid kõikidest argumentidest üle poole (56 %). Hoolimata asjaolust, et puudusid rühmad, kus õigeid argumente ei tuvastatud, oli rühmade vaheline varieeruvus suur – maksimum 9, miinimum 2. Näidetes on kajastatud peamised valede argumentide tüübid: õpilaste varasemate teadmiste ja hirmuga seonduvad keskkonnaalased ning tekstist liigselt üldistatud argumendid.

Teadlased

Teadlaste tekstiga tutvunud viis rühma tõid kokku välja 41 poolt- ja vastuargumenti, millest tuumaelektri rajamise poolt oli 20. Esitatud õigete pooltargumentide arv 12 ning valede arv 8. Rühmade võrdluses toodi maksimaalselt välja 3 ning minimaalselt 1 pooltargument. Paljudest positiivsetest ja tekstiga kattuvatest näidetest võib välja tuua järgnevad:

Eesti põhivõrgul on olemas kogemus 1300MW võimsusega tuumajaamaga Baltimaade võrgus.

Ohutud tänapäeva tingimustes, südamikusulamise oht väike.

Ebakorrekseteks teadlaste tekstiga mitte kattuvateks tuumajaama rajamise poolt olevateks argumentideks olid näiteks:

Tuumajaamade ehitamine on väga kulukas.

Toodavad palju elektrit.

Vastuargumente esines viies teadlaste rühmas kokku 21. Õigeid oli nendest 8 ja tekstist mittetulenevaid, teise valdkonna või valesid 13. Tekstidest leitud vastuargumentide arv varieerus rühmade lõikes nullist kolmeni. Teadlaste tekstipõhiste korrektsete näidetena õpilaste esitatutes välja tuua järgnevad:

Reservide puudumine, juhuks kui tuumajaama töö tuleks mingil põhjusel peatada.

Kuni $\frac{1}{3}$ kütust tuleb iga mõne aasta tagant vahetada, see on väga kulukas.

Selle valdkonna tekstiga mitte kattuvate või ebakorrektsete näidetena võib välja tuua järgnevad argumendid:

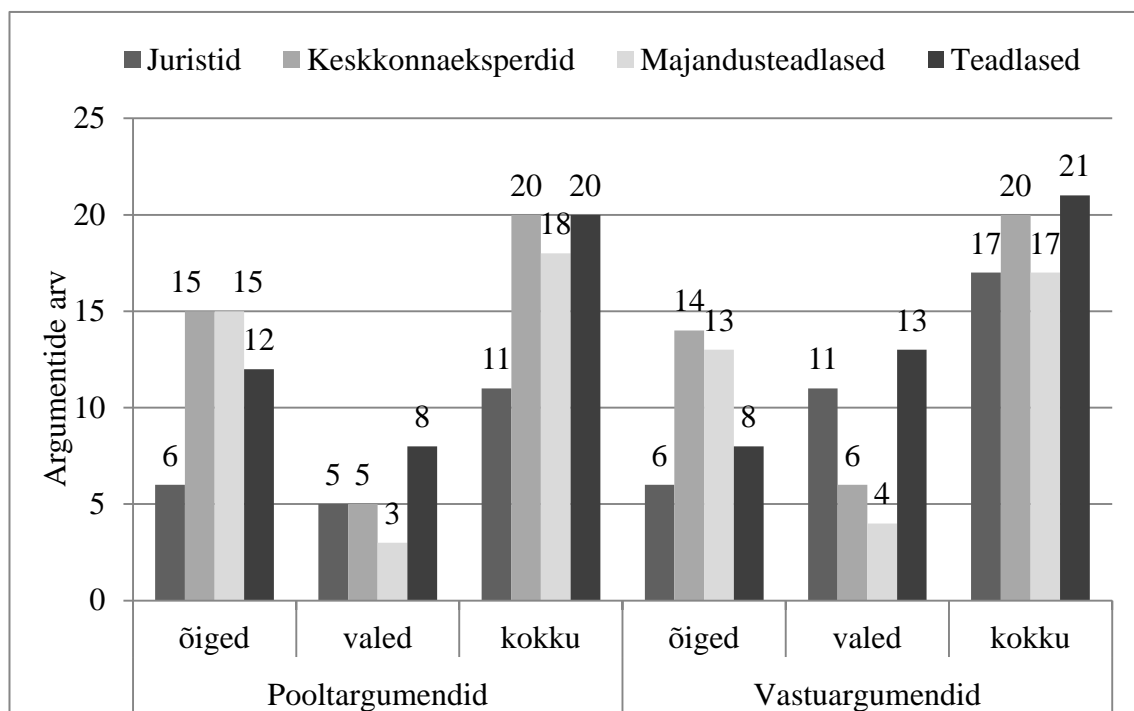
Tuumajaama tarbimiskoormus pole piisavalt paindlik.

Tuumajaamade ehitamine on väga kulukas.

Teadlaste valdkonnaspetsiifilistes rühmades välja toodud argumentidest moodustasid korrektsed valdkonnast tulenevad argumendid 44 %. Rühmade vaheline õigete argumentide arv varieerus ühest kuueni. Valede argumentide hulgas domineerisid (ka teiste valdkondadega seonduvad) liialdused ning lihtsustused, mis ei võimaldanud argumente korrektseteks lugeda.

Rühmade argumentide vahelised erinevused

Valdkonnaspetsiifilistes rühmades esitatud argumentide eraldi vaatlemisel (joon. 4) selgus, et juristide rühmades esitatud korrektsete argumentide osakaal oli kõikidest väikseim, moodustas vaid 31%. Teadlaste, keskkonnaekspertide ning majandusteadlaste rühmad esitasid arvuliselt poolt ning vastuargumente suhteliselt võrdselt, kuid erines õigete valdkonnaspetsiifiliste argumentide osakaal. Madalaim oli see teadlastel 44%, keskkonnaekspertidel 48% ning majandusteadlaste rühmadel kõrgeim 56%.



Joonis 4. Õpilasrühmade esitatud argumentide jagunemine valdkondade kaupa.

Madalaim oli see teadlastel 44%, keskkonnaekspertidel 48% ning majandusteadlaste rühmadel kõrgeim 56 %. Vastavalt korrektsete valdkonnaspetsiifiliste argumentide osakaalule, erines ka valede argumentide arv. Selleks, et uurida, kas õigete tekstipõhiste argumentide madal osakaal võis olla tingitud koostatud tekstide keerukusest, vaadeldi õpilaste poolt rühmade peale kokku leitud korrektsete arvu võrreldes võimalike leitavate argumentide arvuga. Valdkonnaspetsiifilisi ülesandeid lahendanud 20 rühma peale kokku esines võimalikust 40-st (tabel 2) argumendist 37. Taoline kõrge osakaal viitab asjaolule, et tekstidest oli võimalik enda otsuste toetuseks korrektseid argumente selekteerida. Nii majandusteadlaste kui ka teadlaste ekspertrühmad tõid välja viie rühma lõikes kõik valdkonnatekstides esinevad õiged argumendid.

Tabel 2. Õpilaste (n=116) rühmade (m=20) poolt välja toodud valdkondade tekstidest tulenevate õigete argumentide arv.

Valdkond	Tekstipõhised argumendid	
	poolt (max)	vastu (max)
Juristid	4 (4)	3 (5)
Keskkonnaekspertid	5 (6)	6 (6)
Majandusteadlased	6 (6)	4 (4)
Teadlased	5 (5)	4 (4)

Hoolimata asjaolust, et teemade lõikes toodi tekstidest argumente välja suhteliselt võrdselt, keskmiselt 36 ning ekspertrühmade peale leiti üles ka suurem osa argumentidest, võimaldab korrektsete välja toodud argumentide statistika väita, et õpilaste valdkonnaspetsiifiline argumenteerimisoskus sõltub valdkonna temaatikast lähtuvast situatsioonist. Argumenteerimisoskuse sõltuvust valdkonna temaatikast ning olukorra kontekstist on näidanud ka Halpern-Felsheri ja Cauffman (2001) uuring.

Masoni ja Scirica (2006) uurimus näitas selgelt, et õpilaste oskus moodustada vastuolulise probleemi lahendamisel kehtivaid toetavaid argumente seostub teadmiste esitamise kõrgemate tasanditega (Bloom, 1956). Õpilased on tundlikud kontekstile, milles argumenti esitatakse ning nende põhjenduste kasutamist võib vaadelda kui mõistlikku reageeringut argumentide esitamise pragmaatilisusele ebakindlates oludes (Brem & Rips, 2000). Mida ebakindlamalt tunnevad õpilased ennast teatud valdkonna kontekstis ning mida kõrgema tasandi mõtlemist on tarvis rakendada, seda ebaratsionaalsemalt reagee-

rib õpilane ka õpilane argumentide esitamisel. Seda arvamust toetab uurimus (Osborne *et al.*, 2004), kus leiti, et ebakindluse kasvule aitab kaasa ka asjaolu, et õpilased pidid rühmades saama hakkama ilma õpetaja või tuutori toetuseta. See muutis tutvutud valdkondadest tulenevate argumentide konstrueerimise nende jaoks keerulisemaks.

Käesolevas uurimustöös oli juristide valdkonna välja toodud argumentide arv madalaim, esitati väikseim osakaal korrektseid valdkonnapõhiseid argumente ning valdkonnaspetsiifiliste rühmade poolt jäi leidmata enim tekstist tulenevaid argumente. Võrreldes majandusteadlaste ja keskkonnaekspertide rühmadega oli ka teadlaste valdkonna rühmadel madalam tekstist tulenevate korrektsete argumentide arv. Nende kahe valdkonna kehvemad tulemused võisid tuleneda valdkondade keerukusest ning asjaolust, et igapäevaelus on õpilaste eelteadmised majandus- ning keskkonnateadustest üldjuhul suuremad. Ka riiklikult tähtsate suurehitiste rajamise juurde käivas avalikus arutelus käsitletakse enim keskkonnamõjusid ning finantsilisi tegureid puudutavaid aspekte. Osborne jt. (2004) on välja toonud, et efektiivsete argumentatsiooni oskuse arendamine on pikaajaline protsess. Üksikud lühiajalised kokkupuuted, mida ka see uuring pakkus, arengule palju kaasa ei aita - arenemise võimalust tuleks õppekava lõikes õpilastele pakkuda pidevalt. Sellest tulenevalt võib väita ja koolidele rakendamiseks soovitada, et pikemaajalisest käsitlemisest tulenevalt võib ka keerulisemate valdkondade tekstide mõistmine ning nendest argumentide leidmine muutuda õpilaste jaoks hõlpsamaks.

Lähtudes õpilaste toodud valdkonnaspetsiifiliste argumentide arvust ja jaotusest, võib järeldada, et uuringus osalenud õpilaste argumenteerimisoskus sõltub käsitletud valdkonnast. Sellega seoses peaksid ainetundide õpetajad rohkem keskenduma pidevale teemade käsitlemisele läbi interdistsiplinaarse koostöö ning avama õpilastele täielikuma ülevaate saamiseks teemade erinevaid tahke.

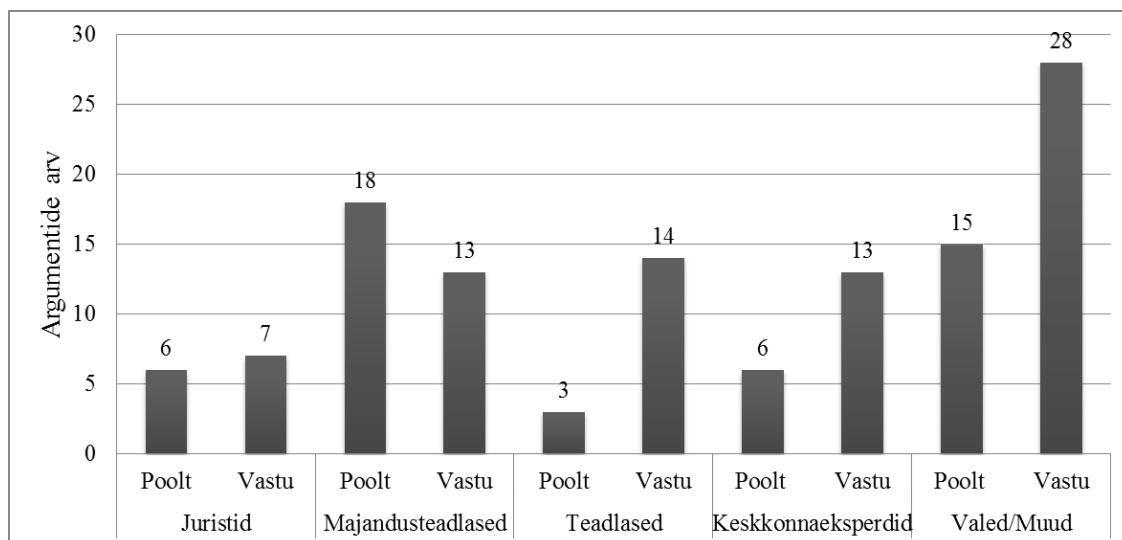
3.2. Õpilaste kompetentsete otsuste langetamise oskus dilemma lahendamisel

Uuringu teiseks eesmärgiks oli uurida dilemma lahendamisel õpilaste kompetentsete otsuste langetamise oskust. Uurimusega taheti leida vastust küsimusele, kui kompetentsed on virtuaalses sünkroonses õpikeskkonnas keskkonnaalase dilemma lahendamise käigus õpilaste poolt langetatud otsused? Vastuse saamiseks vaadeldi virtuaalses sünkroonses õpikeskkonnas keskkonnaalase dilemma lahendamise käigus õpilaste poolt langetatud otsuste kompetentsust. Sarnases vanuses õpilaste kompetentsete otsuste langetamist on uurinud ka näiteks Weller jt. (2011). Antud uurimustöös järeldati, et kontrollitud ja lapsesõbralikus keskkonnas läbiviidud uuring tugevdab õpilaste otsuste langetamise oskust ning parandab otsuste kvaliteeti. Käesolevas uuringus toodi otsuste hindamiseks metoodika andmeanalüüsi osas (vt ptk. 3.4.) välja otsuste kompetentsuse skaala. Enne otsuste kompetentsuse vaatlemist uuriti, kuidas jagunesid ekspertkogude otsuste toetuseks toodud argumendid valdkonniti. Ekspertkogud moodustati õpikeskkonnas automaatselt pärast otsuste langetamist valdkonnapõhistes rühmades. Igasse ekspertkogusse kuulus vähemalt üks iga valdkonna esindaja.

Argumentide jagunemine

Põhiuuringus osalenud 116 õpilasest moodustati 28 ekspertkogu, kelle ülesandeks oli langetada lõplik kompromissotsus dilemmale (lisa 9), kas Eestisse oleks otstarbekas rajada tuumajaam. Ekspertkogude otsustest selgus, et kümme ekspertkogu olid veendunud tuumaelektrijaama rajamise otstarbekuses, 16 kogu olid selle vastu ja kaks rühma ühise järelduseni ei jõudnud.

Langetatud otsuste toetuseks (lisa 13) tõid ekspertkogudesse jagatud 28 ekspertkogu liikmed välja keskmiselt 4,4 argumenti kogu kohta. Kõige sagedamini oli kogu poolt välja toodud poolt või vastuargumentide arv (mood) 5.



Joonis 5. Erinevate valdkondade argumentide esindatus ekspertkogude (m=28) lõppotustes.

Ekspertkogudes esitatud 28 kompromissotsuse toetuseks toodi kokku välja 123 argumenti (joon. 5). Nendest 80 sai liigitada eelnevalt tutvutud nelja valdkonna: juriidika, majandusteaduse, keskkonnateaduse või teaduse argumentide hulka kuuluvaks. Üle ühe kolmandiku (43 123-st) välja toodud argumentidest olid kas valed, liigselt üldistatud, polnud võimalik nende valdkonda määrata või polnud argumendid seotud ühegi eelpool nimetatud nelja valdkonnaga. Enim toodi enda lõpliku kompromissotsuse toetuseks välja majanduse (31 argumenti) ja keskkonnakaitsega (19) seonduvaid argumente, järgnesid teadlaste (17) ning juristide (13) valdkonnapõhised argumendid. Otsuste jaotumist iga rühma kohta eraldi on välja toodud lisas 13. Kui võrrelda neid tulemusi protsentuaalselt valdkonnaspetsiifilistes rühmades välja toodud korrektsete argumentide osakaaluga (tabel 3) selgub, et mõlemal juhul domineerivad majandus- ning keskkonnavalad argumentid. Kuigi majanduslaste argumentide osakaal oli tõusnud ning keskkonnavalaste oma langenud, pärinevad nendest valdkondadest mõlema grupeeringu puhul ligi kaks kolmandikku argumentidest. Neile järgnesid teadusega seotud ning viimasena õigusalsed argumendid.

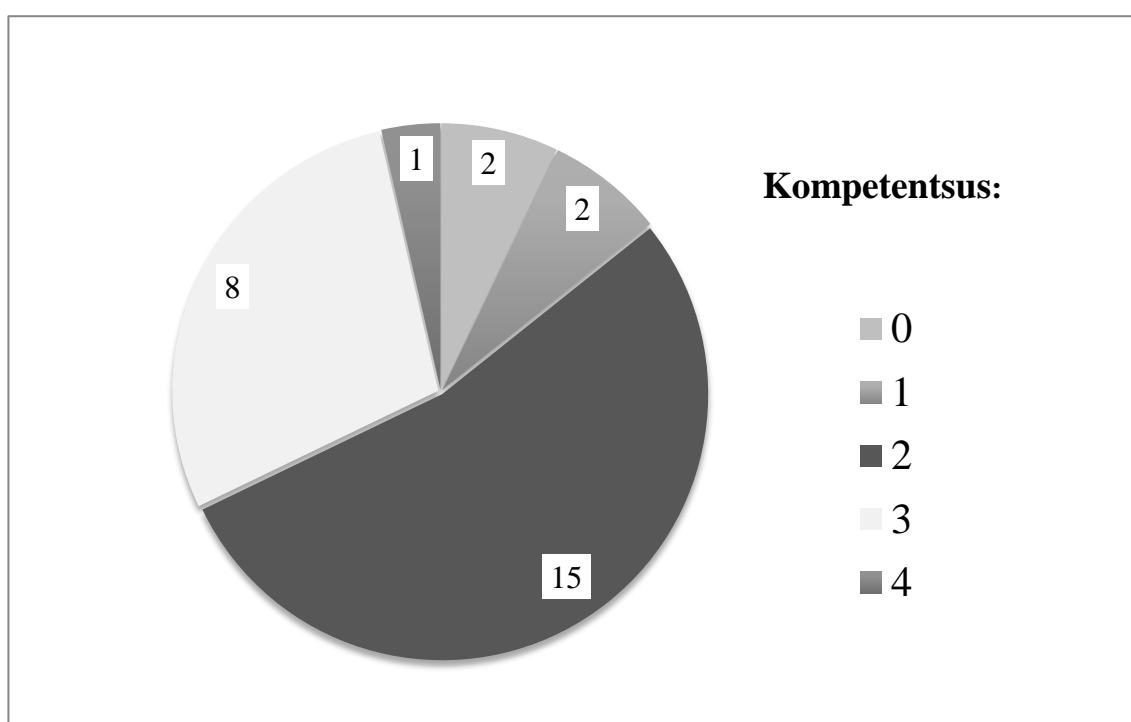
Tabel 3. Valdkonnapõhiste rühmade (m=28) ja ekspertkogude (m=20) õigete argumentide osakaal.

Valdkond	Valdkonnapõhised rühmad (%)	Ekspertkogud (%)
Juriidika	13	16
Majandusteadus	32	39
Keskkonnateadus	33	24
Teadus	22	21

Ekspertkogude kompromissotsuste kompetentsus

Ekspertkogudes langetatud otsuste kompetentsust mõõdeti vastavalt andmeanalüüsi osas (vt ptk. 3.4.) välja toodud skaalale. Moberg ja Gibney (2005) on leidnud, et probleemi lahendamise üldise kompetentsi hindamise kohta puudub üksmeelne kirjeldus. Seetõttu loodi ka selle uuringu tarbeks otsuste kompetentsuse hindamiseks uus skaala. Uuringu ekspertkogudes langetasid õpilased kompromissotsuse vastusena küsimusele, kas tuumaelektrijaam rajamine Eestisse oleks otstarbekas. Moodustatud 0-4 skaala ühte otsa jäid otsused, mis olid täielikult ebakompetentsed, i.e. enda langetatud otsuse toetuseks ei toodud ühtegi argumenti või olid toodud argumendid ebasobivad (kompetentsus 0). Skaala teise otsa moodustasid otsused, mis olid täielikult kompetentsed ehk ekspertkogu oli vastuse toetuseks välja toonud vähemalt ühe argumendi kõigist neljast valdkonnast. Mida põhjalikumalt suutsid grupi liikmed valdkonnarühmades omandatud dilemma lahendamiseks vajalikku infot vahetada, seda kompetentsemaid otsuseid olid nad võimelised ekspertkogu vastu võtma. Takistavateks teguriteks hea ülevaate kujunemiseks võisid saada otsustajate teadmised ning vaimsed võimed, vähene osavõtt valdkonnapõhiste ülesannete lahendamises, motivatsiooni puudumine, kuid ka otsuse langetamiseks seatud ajalimiit.

Lisas 13 välja toodud statistikast selgus, et õpilastest moodustatud ekspertkogude enam-sinev kompetentsuse aste antud skaalal oli 2 (joonis 6), see tähendab, et toodi enda lõppvastuse toetuseks välja vähemalt kahe erineva valdkonna argumentid. Kogudes langetatud kompromissotsuste toetuseks esitati enim välja keskkonna ning majandusega seonduvaid argumente. Ekspertkogude osa, kus kompetentsuse määr oli kas kaks või kolm, moodustab kõigist kogudest 82%. Täielikult ebakompetentse kompromissotsuse langetasid 2 ekspertkogu ning täielikult kompetentse lõppotsuseni jõudis vaid üks.



Joonis 6. Ekspertkogudes (m=28) langetatud otsuste kompetentsuse jaotus.

Vähemast täielikult kompetentsete otsuste osakaalu seletab mõneti asjaolu, et õpilastest moodustatud ekspertkogudele ei rõhutatud, et tuleb kasutada kõigi nelja käsitletud valdkonna argumente.

Rühmatöö kontekstis on täheldatud, et mida sarnasemad on arutelu lõpus osalejate arvamused probleemi olemusest, seda tõenäolisem on, et nad on jõudnud ühiste arusaamadeni lahenduse osas ning on suutlikud lahendama grupile antud ülesande (Pata *et al.*, 2005). Otsuse kompetentsuse seisukohalt on oluline, et kompromissotsus ei satuks ühegi käsitletava valdkonna või huvigrupi seisukohtadega täielikku vastuollu. Uuringud on näidanud (nt Halpern-Felsher & Cauffman, 2001; Bruine de Bruin *et al.*, 2012;

Finucane *et al.*, 2010 jt.), et otsuste kompetentsus sõltub paljudest individuaalsetest faktoritest. Kuna käesoleva uuringu raames oli analüüsimiseks kasutada vaid rühmades tehtud kompromissotsused ning pole võimalik tuvastada, kes rühmaliikmetest konkreetse otsuse või argumendi esitas, on uuringu kontekstis võimatu hinnata, kas õpilastel tekkis kompromissotsuse langetamisel rühmasiseseid vastuolusid. Kindlalt võib vaid väita, et vastuolud esinesid kahes rühmas, kus lõpliku otsuse suhtes kompromisslahenduseni ei jõutud.

Teiseks oluliseks kompetentsusega seotud kriteeriumiks on, kas otsuse langetamisel on suudetud arvestada eri valdkondade või huvigrupi seisukohti. Seega, mida enam on lõplikus otsuses erinevaid valdkondi kaasatud, seda kompetentsem on otsus. Sellest põhimõttest lähtuvalt hinnati ka ekspertkogudes langetud otsuseid.

Watson jt. (1991) leidsid, et otsuse kvaliteeti (siinkohal otsuse kompetentsust) mõjutavaks võtmeteguriks on koostöö käigus ilmnevad suhtlusmusterid. Kuna ekspertkogude tehtud otsused jäid suures enamikus antud skaala keskele või olid üle keskmise kompetentsed, esitatud oli enamuses kahe või kolme erineva valdkonna (max 4) argumente. Selle põhjal võiks eeldada, et rühmade siseselt sujus õpilaste vaheline suhtlus virtuaalse õpikeskkonna *chatis* edukalt, kuid selle kinnitamiseks tuleks täiendavalt õpilaste vestlusi analüüsida.

Ekspertkogude langetatud kompromissotsuste analüüsi põhjal võib väita, et käesoleva uuringu kontekstis on gümnaasiumiõpilaste langetatud kompromissotsused valdavalt kompetentsed. Otsuste kvaliteeti tõstab veelgi asjaolu, et õpilased polnud teadlikud, milline peab olema kompetentne kompromissotsus. Laiemapõhjalisemate järelduste tegemist tuleks suurendada uuringu valimit ning sama metoodikat rakendada ka mõne teise dilemma lõppotsuste analüüsil.

3.3. Individuaalne dilemmade lahendamise oskus

Uurimustöö kolmanda eesmärgina uuriti rühmatöö käigus omandatavat individuaalset dilemmade lahendamise oskust. Sellest tulenevalt esitati uurimisküsimus, mil määral omandatakse rühmatöö tulemusena individuaalne dilemmade lahendamise oskus. Rühmatöö tulemusena individuaalse dilemmade lahendamise oskuse omandamise uurimiseks paluti õpilastel umbes kuu aega pärast uuringut täita järelküsimustik (lisa 11). Järelküsimustik koosnes kahest küsimusest: a) kas tuumaelektrijaama rajamine Eestisse oleks otstarbekas? ning b) kas Tartu südalinnas paiknevates parkides oleks otstarbekas lubada ehitustegevus? Küsimuste lahenditena pidid õpilased välja tooma poolt- ning vastuargumente (vt ptk. 3.4.) Kokku täitsid järelküsimustiku 88 õpilast, kellest oli eelnevalt tuumajaamade rajamisega seonduva uuringu läbinud 74 õpilast. Paljud varasemad uuringud (nt Chiu 2000; Oakley *et al.*, 2004 jt.) on näidanud, et probleemide lahendamine gruppides annab paremaid tulemusi, kui selle korraldamine individuaalselt. Seetõttu ei võrrelda rühmatöö tulemusi järelküsimustikust tulenevate individuaalselt vaadeldud dilemmadega, vaid analüüsitakse eraldi kahe järelküsimustikus esitatud dilemmaga seonduvaid argumente.

Tuumaelektrijaama dilemma

Järelküsimustikes tõid õpilased tuumajaama rajamisega seoses välja kokku 208 argumenti, millest rajamise poolt oli 100 ja vastu 108 argumenti. Õpilaste esitatud argumentides esines suur varieeruvus. Mõned õpilased ei toonud välja ühtegi, mõned tõid koguni 8 argumenti, mood oli 2 (tabel 4).

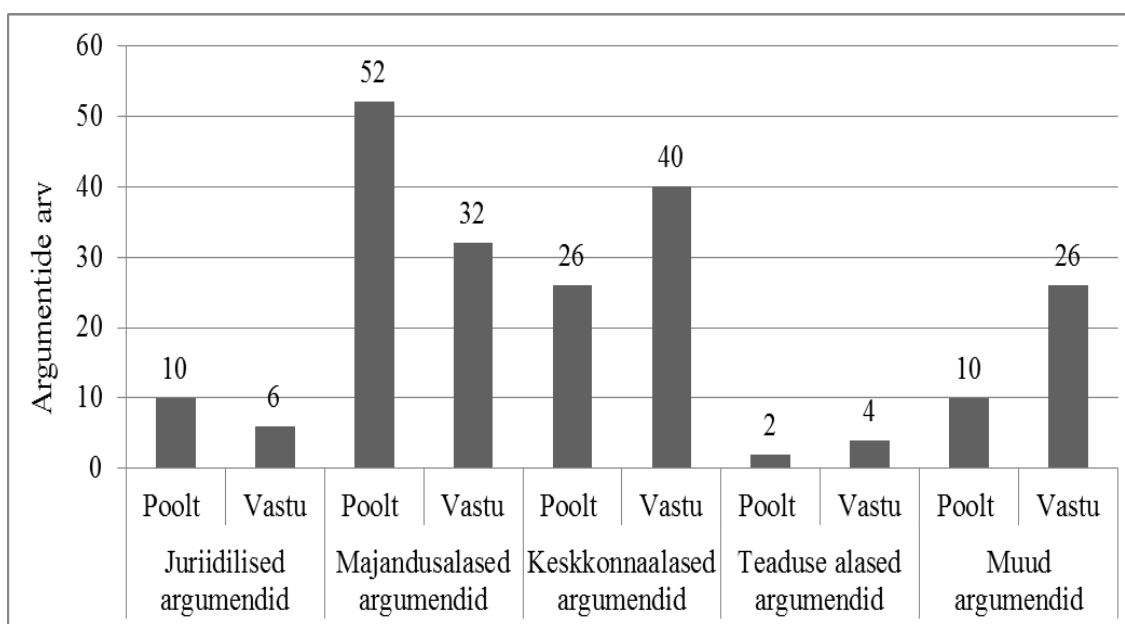
Tabel 4. Järeلكüsimustikus õpilaste (n=74) poolt esitatud argumentide mood ja varieeruvus.

	Mood	Argumentide arv	
		Minimaalne	Maksimaalne
1. dilemma	2	0	8
2. dilemma	1	0	6

Valdkondade kaupa vaadeldes tõid õpilased ülekaalukalt enim välja majanduse ja keskkonnaga seonduvaid argumente (joon. 7). Õpilased esitasid 52 tuumaelektrijaama rajamise majandusliku poolega seotud pooltargumenti ja 32 vastuargumenti. Keskkonnavalasid argumente esitati poolt 26 ning vastu 40. Majandusega seotud õpilaste esitatud poolt- ja vastuargumentide näidetena võib välja tuua näiteks:

Eesti ei peaks Euroopa Liidult ostma nii palju CO2 kvooti.

Tuumajaama ehituskulud oleksid väga suured.



Joonis 7. Õpilaste poolt (n=74) järeلكüsimustikus esitatud tuumaelektrijaama dilemma-ga seonduvate argumentide jagunemine

Keskkonnavalaste poolt- ja vastuargumentidest tõid õpilased näiteks:

Funktsionaalsena saastaks loodust vähem kui põlevkivi elektrijaamad.

Võimaliku õnnetuse korral keskkonna saastumine.

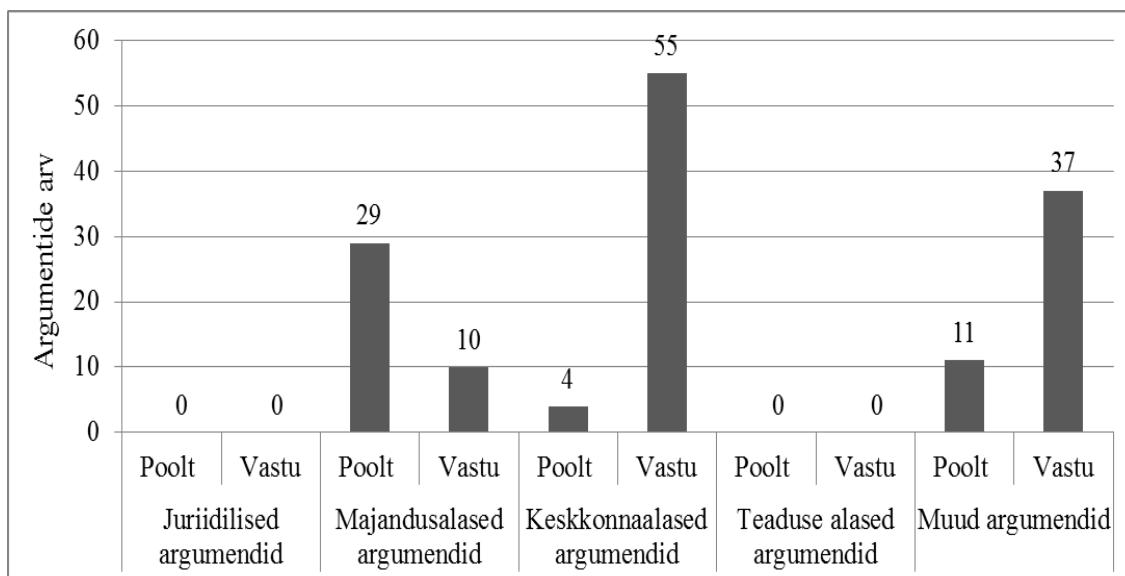
Sarnaselt valdkonnapõhistes gruppides tehtud rühmatööga (vt ptk. 4.1.), domineerisid ka siin keskkonna- ja majandusalased argumendid. Tagaplaanile jäid teaduse ning juriidikaga seotud argumendid. Zohar ja Nemet (2002) tõid enda uuringus välja, et õpilased õppisid rühmatöö käigus ka tahtmatult argumenteerimisoskuse aluseid, mida nad suutsid sama probleemi teistkordsel lahendamisel edukalt rakendada. Sarnaselt Meansi ja Vossi (1996) uuringuga, kuid vastandudes Masoni ja Scirica (2006) tööle on varasemate teadmiste roll argumentide hulga erinevuses ilmne. Sellest tulenevalt võib väita, et õpilased rakendasid rühmades saadud teadmisi mõningal määral ka individuaalselt dilemmat lahendades.

Tartu kesklinna parkide dilemma

Tartu kesklinna parkides ehitustegevuse lubamisega seonduva dilemma juures esitasid õpilased kokku 146 poolt- ja vastuargumenti. Nendest 44 toetasid taolist tegevust ning 102 olid selle vastu. Ka kesklinna parkides ehitustegevuse lubamist puudutava dilemma puhul oli varieeruvus suur, jäädes nulli ja kuue vahele. Esitatud argumentide mood oli 1 (tabel 4).

Valdkondade kaupa vaadeldes (joon. 8) selgus, et enim esines keskkonna- ning majandusalaseid ja muid argumente. Muude argumentide all mõisteti nelja käsitletud valdkonda mitte kuuluvate ja teemaga mitte seotud argumente.

Ülekaalukalt enim esitati keskkonnaalaseid vastuargumente (57). Keskkeskkonnaalaste vastuargumentide suure arvu peamise põhjusena võib välja tuua küsimuses õpilaste poolt tuvastatud looduse (pargid) ja inimtegevuse vahelise (ehitus) vastasseisu.



Joonis 8. Õpilaste poolt (n=74) järelküsimustikus esitatud Tartu kesklinna parkides ehitustegevuse lubamise dilemmaga seonduvate argumentide jagunemine.

Oliveira jt. (2012) on leidnud, et inimeste põhjustatud keskkonnavalase kahju hindamisel võivad õpilased anda erinevat tüüpi moraalseid hinnanguid, näiteks otsuse õigsus, kahjude ja tagajärgede mõju jm. Kuna paljud õpilased ei pidanud ehitustegevuse lubamist õigeaks, esitasid nad selle vastu palju keskkonnavalaseid argumente, näiteks:

Park linna keskel leevendab sinna kogunevate heitgaaside hulka.

See hävitaks loodusliku ökosüsteemi.

Väheneks loodusliku pinna suurus linnas elusolendite (loomade, lindude) jaoks.

Suurel hulgal esitati ka majandusega seotud pooltargumente. Näiteks võib tuua:

Elavdab majandustegevust kesklinnas ja tagab linnale suurema sissetuleku.

Uute ettevõtete tulemine kesklinna kasvataks majandust.

Muude argumentide suuremat osakaalu võib seletada küsimuse suure sotsiaalse kontekstiga. Seetõttu tõid õpilased välja rohkem argumente, mis puudutasid elukeskkonda, vabaaja veetmise võimalusi ning linnaruumi täiustamist. Argumentide näidetena võib välja tuua järgnevad kaks poolt- ja kaks vastuargumenti:

Elavdaks elu kesklinnas. Mitmekesisustaks linnapilti.

Pargid on vajalikud linnaelanike puhketegevuseks. Rikuks linna üldmuljet.

Kahe dilemma eraldi analüüsi juures välja toodud argumentide erineva arvu ning valdkonnapõhise jagunemise põhjal võib eeldada, et pärast tuumaelektrijaama rajamise dilemmaga tegelemist oli õpilastel individuaalselt erinevate valdkondade argumente esitada lihtsam. Kui tahta uurida individuaalset dilemma lahendamise oskust kahe dilemma võrdlusena, tuleks tulemuste võrreldavuseks rühmatööna eelnevalt läbi lahendada mõlemad dilemma. Käesolevas töös olid õpilastevahelised argumentide arvu erinevused suured ning mõlema dilemma puhul oli esitatud argumentide mood väike. Kuna argumente toodi välja enamasti vaid keskkonna ning majanduse seisukohtadest, oli ka otsuste kompetentsus madal ja varieerus suuresti. Eelnevale tuginedes, võib väita, et selle konkreetse töö käigus omandati rühmatöö tulemusena individuaalne dilemma lahendamise oskus vähesel määral.

Kokkuvõte

Käesolevas magistritöös uuriti sünkroonses õpikeskkonnas dilemma lahendamise oskust gümnaasiumi õpilastel. Uuringule püstitati järgnevad eesmärgid:

1. Uurida dilemma lahendamise mõju õpilaste argumenteerimisoskusele.
2. Uurida õpilaste oskust langetada dilemma lahendamisel kompetentseid otsuseid.
3. Selgitada rühmatöö käigus omandatud individuaalset dilemma lahendamise oskust.

Uuringu läbiviimiseks koostati tööjuhend, sissejuhatav tekst, nelja erineva valdkonna tekstid ning järelküsimumstik. Õpilased lahendasid tuumajaama dilemma virtuaalses keskkonnas *Google Docs*.

Uurimustöö läbiviimiseks ja vajalike andmete kogumiseks moodustati mugavusvalim, kuhu kuulus Tartu linna 116 gümnaasiumiõpilast. Järelküsimumstiku täitis ära esialgsesse valimisse kuulunud 74 õpilast. Uuring viidi läbi 2013. aasta kevadel.

Töös lahendasid õpilased dilemma: „Kas oleks otstarbekas Eestisse rajada tuumaelektrijaam?“. Esmalt tutvusid nad *Google Docsi* paigutatud tuumaelektrijaama rajamisega seotud valdkonnapõhiste tekstidega. Seejärel paluti neil valdkonnaspetsiifilistesse rühmadesse jaotatuna esitada dilemma poolt- ning vastuargumendid ning langetada dilemma valdkonnaspetsiifiline otsus. Pärast seda jaotati valdkonnapõhised rühmad ümber ekspertkogudeks, kuhu kuulus igast eelnevast valdkonnast vähemalt üks õpilane. Ekspertkogud võtsid vastu lõpliku kompromissotsuse probleemile – kas oleks otstarbekas Eestisse rajada tuumaelektrijaam. Umbes kuu aega pärast uuringu läbiviimist lasti õpilastel täita järelküsimumstik, mis koosnes kahest erinevast keskkonnavaldkonnast dilemma.

Magistritöö esimese uurimisküsimumusega sooviti teada saada, milline on gümnaasiumiastme õpilaste rühmatööst tulenev valdkonnapõhine argumenteerimisoskus. Õpilaste valdkonnapõhiste rühmade esitatud argumentide analüüsist selgus, et õpilaste argumenteerimisoskus sõltub käsitletavast valdkonnast. Keerukamateks osutunud juristide ja

teadlaste valdkondade mõistmine ning nendest argumentide leidmise võib õpilaste jaoks hõlpsamaks muuta koolis valdkondade järjepidevam käsitlemine.

Uuringu teise uurimisküsimusega huvituti, kui kompetentsed olid õpilaste virtuaalses sünkroonses õpikeskkonnas keskkonnaalase dilemma lahendamise käigus langetatud otsused. Analüüsist selgus, et käesoleva uurimuse kontekstis olid õpilaste poolt langetatud kompromissotsused valdavalt kompetentsed. Kompromissotsustes olid esindatud üldiselt esindatud paljude valdkondade esindajate argumendid.

Töö kolmas uurimisküsimus huvitus sellest, mil määral omandatakse rühmatöö tulemusena individuaalne dilemmade lahendamise oskus. Järeloküsimustikus tuli õpilastel individuaalselt lahendada kaks dilemmat ning esitada mõlema osas nii poolt- kui ka vastuargumente. Järeloküsimustiku analüüsist selgus, et õpilased omandasid rühmatöö tulemusena individuaalse dilemmade lahendamise oskuse vähesel määral. Kuigi järeloküsimustiku täitjad suutsid sama probleemi uuesti lahendamisel tuua välja rohkem erinevate valdkondade argumente, kui neile varasemalt tundmatu dilemma korral, olid mõlema dilemma puhul õpilaste argumentide arvu varieeruvus suur ning mood madal.

Eelnevale tuginedes võib väita, et magistritööle seatud eesmärgid said täidetud. Ilmnes, et õpilaste argumenteerimisoskus sõltub valdkonnast, dilemmade lahendamisel langetatud otsused olid üldiselt kompetentsed. Samas leiti, et rühmatöö käigus arenes individuaalne dilemmade lahendamise oskus vähesel määral. Seetõttu tuleks ainetundides senisest enam tegeleda dilemmade lahendamisega, et saavutada loodusvaldkonnas õppekavas esitatud eesmärgid ja eeldatavad õpitulemused.

Tänuavaldused

Suured tänud juhendaja Tago Sarapuule, kes leidis ka kõige kiirematel aegadel mahti minu ja mu uurimistööga tegeleda. Samuti tahaksin tänada Erikut, Elenit, Rasmust, Felenat, Stiinat, Õiet ja Andreeat kelle poole võis töö valmimise käigus tekkinud mõõnahetkedel alati pöörduda. Samuti suured tänud uurimistöös osalenud õpilastele ning õpetajatele, kes võimaldasid enda tundide ajast uuringu läbi viia.

Kasutatud kirjandus

Akbiyik, C., Seferoğlu, S. S. (2012). *Instructing ICT Lessons in Primary Schools: Teachers' Opinions and Applications*. Educational Sciences: Theory & Practice, 12 (1), pp. 417-424.

Anderson, J. R. (1980). *Cognitive psychology and its implications*. New York: Freeman.

Anderson W. L., Sensibaugh, C. A., Osgood, M. P., Mitchell, S. M. (2011). *What Really Matters: Assessing Individual Problem-Solving Performance in the Context of Biological Sciences*. International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning, 5 (1), pp. 1–20.

Bell, P. (2004). *Promoting Students' Argument Construction and Collaborative Debate in the Science Classroom*. In M. Linn, E. Davis, P. Bell (Eds.) Internet environments for science education (pp. 115–143). New Jersey: Lawrence Erlbaum.

Beyth–Marom, R., Fischhoff, B., Jacobs-Quadrel, M., Furby, L. (1991). *Teaching decision making to adolescents: A critical review*. In J. Baron, R. V. Brown (Eds.) Teaching decision making to adolescent. (pp. 19–60). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Bloom, B. S. (1984). *Taxonomy of Educational Objectives Book 1: Cognitive Domain*. New York: Addison Wesley Publishing Company

Bonham, S. (2011). *Whole Class Laboratories with Google Docs*. The Physics Teacher, 49, pp. 21-23.

Bransford, J., Stein, B. (1984). *The IDEAL problem solver*. New York: Freeman.

Brem, S. K., Rips, L. J. (2000). *Explanation and Evidence in Informal Argument*. Cognitive Science, 24 (4), pp. 573–604.

Bruine de Bruin, W., Del Missier, F., Levin, I. P. (2012). *Individual Differences in Decision-making Competence*. Journal of Behavioural Decision Making, 25, pp. 329–330.

Bruine de Bruin, W., Parker, A. M., Fischhoff, B. (2007). *Individual differences in adult decision-making competence*. Journal of Personality and Social Psychology, 92, pp. 938–956.

Carter, S., Ambrosi, T. (2011). *How to build a desktop statistics tracker in less than an hour using forms in Google Docs*. Computers in Libraries, October Issue, pp. 12–16.

Clark, H. H. & Schaefer, E. F. (1989). *Contributing to discourse*. Cognitive Science, 13, pp. 259–294.

Chiu, M. M. (2000). *Group problem-solving process: Social interactions and individual actions*. Journal of the Theory of Social Behaviour, 30, pp. 27–49.

Cohen, L., Manion, L., Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education*. London: Routledge.

Covili, J. J. (2012) *Going Google: Powerful Tools for 21st Century Learning*. pp. 1-24 Utah, US: Corwin.

Dawes R.M. (1980) *Social dilemmas*. Annual Review of Psychology, 31, pp. 169–193.

Dörner, D., Wearing, A.J. (1995). *Complex problem solving: Toward a theory*. In P.A. Frensch, J. Funke (Eds.), *Complex problem solving: The European perspective* (pp. 65–99). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum

Eesti Õigekeelsussõnaraamat (2006). (vaadatud 24.05.2013)
<http://www.eki.ee/dict/qs/qs.html>

Espey, M. (2010). *Valuing teams: What influences student attitudes?* NACTA Journal, 54, pp. 31–40.

Evagorou, M., Osborne, J. (2013). *Exploring young students' collaborative argumentation within a socioscientific issue.* Journal of Research in Science Teaching, 50 (2), pp. 209–237.

Fidel R., Davies R. K., Douglass M. H., Holder J. K., Hopkins C. J., Kushner E. J., et al. (1999). *A visit to the information mall: Web searching behavior of high school students.* Journal of the American Society of Information Science, 50 (1), pp. 24–37.

Finucane, M. L., Mertz, C. K., Slovic, P., Schmidt, E. S. (2010). *Task Complexity and Older Adults' Decision-Making Competence.* Psychology and Aging, 20 (1), pp. 71–84

Finucane, M. L., Slovic, P., Hibbard, J. H., Peters, E., Mertz, C. K., MacGregor, D. G. (2002). *Aging and decision making competence: An analysis of comprehension and consistency skills in older versus younger adults considering health-plan options.* Journal of Behavioral Decision Making, 15, pp. 141–164.

Fisher, A. (2001). *Critical thinking.* UK: Cambridge University Press.

Foot, P. (1983). *Moral Realism and Moral Dilemma.* The Journal of Philosophy, 80 (7), pp. 379–398.

Grisso, T., Appelbaum, P., Hill-Fotouhi, C. (1997). *The MacCAT-T: A clinical tool to assess patients' capacities to make treatment decisions.* Psychiatric Services, 48 (11), pp. 1415–1419.

Gümnaasiumi riiklik õppekava. (2011). *Gümnaasiumi loodusainete valdkonnaraamat. Üldpädevuste kujundamine.* (vaadatud 16.05.2013)
http://www.oppekava.ee/index.php/G%C3%BCmnaasiumi_valdkonnaraamat_LOODU_SAINED_%C3%9Cldp%C3%A4devuste_kujundamine_ainevaldkonna_%C3%B5ppeainetes

Halpern-Felsher, B. L., Cauffman, E. (2001). *Costs and benefits of a decision: Decision-making competence in adolescents and adults.* Journal of Applied Development of Decision Making, 22 (3), pp. 257–273.

- Hart, D., Carlo, G. (2005).** *Moral development in adolescence*. Journal of Research on Adolescence, 15 (3), pp. 223–233.
- Huber, G. L. (2003).** *Processes of decision-making in small learning groups*. Learning and Instruction, 13 (3), pp. 255–269.
- Hunt, R., Krzystofiak, F., Meindl, J., Yousry, A. (1989).** *Cognitive style and decision making*. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 44, pp. 436–453.
- Jonassen, D.H. (1997).** *Instructional design model for well-structured and ill-structured problem-solving learning outcomes*. Educational Technology: Research and Development, 45 (1), pp. 65–95.
- Jonassen, D.H. (2000).** *Toward a design theory of problem solving*. Educational Technology: Research & Development, 48 (4), pp. 63–85.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T. (1989).** Cooperation and competition: Theory and research. Edina, MN: Interaction.
- Klaczynski, P. A., Byrnes, J. P., Jacobs, J. E., (2001).** *Introduction: Special Issue on decision making*. Journal of Applied Developmental Psychology, 22, pp. 225–236.
- Klocke, U. (2007).** *How to improve decision making in small groups: Effects of dissent and training interventions*. Small Group Research, 38 (3), pp. 437–468.
- Kohler, F., Henning, J. E., Usma-Wilches, J. (2008).** *Preparing preservice teachers to make instructional decisions: An examination of data from the teacher work sample*. Teaching and Teacher Education, 24 (8), pp. 2108–2117.
- Kuhn, D. (1991).** *The skills of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Lash, J., Wellington, F. (2007).** *Competitive advantage on a warming planet*. Harvard Business Review, 85 (3), pp. 94–102.
- Liebrand, W. B. G., Messick, D. M. (1996).** *Frontiers in social dilemmas research*. Berlin, Springer Verlag.

- Lorenzen M. (2002).** *The land of confusion? High school students and their use of the World Wide Web for research.* Research Strategies, 18 (2), pp. 151–163.
- Mason, L., Scirica, F. (2006).** *Prediction of students' argumentation skills about controversial topics by epistemological understanding.* Learning and Instruction, 16 (5), pp. 492–509.
- Matsuba, M. K., Walker, L. J. (2004).** *Extraordinary moral commitment: Young adults involved in social organizations.* Journal of Personality, 72(2), pp. 413–436.
- Means, M. L., Voss J. F. (1996).** *Who reason well? Two studies of informal reasoning among children of different grade, ability, and knowledge levels.* Cognition and Instruction, 14, pp. 139–178.
- Miller, D. C., Byrnes, J. P. (2001).** *Adolescents' decision making in social situations: A self-regulation perspective.* Applied Developmental Psychology, 22, pp. 237–256.
- Moberg, P. J., Gibney, M. (2005).** *Decision-making capacity in the impaired older adult.* In S. S. Bush, T. A. Martin (Eds.) Geriatric neuropsychology: Practice essentials (pp. 491–506). New York: Psychology Press.
- Mostefaoui, S. K., Ferreira, G., Williams, J., Herman, C. (2012).** *Using Creative Multimedia in Teaching and Learning ICTs: A Case Study.* European Journal of Open, Distance and E-Learning.
- Newell, A., Simon, H. (1972).** *Human problem solving.* Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Newton, P., Driver, J., Osborne R. (1999).** *The place of argument in the pedagogy of school science.* International Journal of Science Education, 21, pp. 553–576.
- Nielsen, B. B. (2001).** *Manuals for Environmental Dialogue.* Corporate Environmental Strategy, 8 (3), pp. 217–222.
- Nitko, A. J. (2001).** *Educational assessment of students (3rd ed.).* Upper Saddle River, NJ: Merrill.

Oakley, B., Felder, R. M., Brent, R. & Elhajj, I. (2004). *Turning Student Groups into Effective Teams*. Journal of Student Centered Learning, 2 (1), pp. 9–34.

Oaksford, M., Chater, N., & Hahn, U. (2008). *Human reasoning and argumentation: The probabilistic approach*. In J. Adler & L. Rips (Eds.) *Reasoning: Studies of human inference and its foundations*. New York: Cambridge University Press.

Osborne, J., Erduran, S., Simon, S. (2004). *Enhancing the quality of argumentation in school science*. Journal of Research in Science Teaching, 41 (10), pp. 994–1020.

Oliveira, A. W., Akerson, V. L., Oldfield, M. (2012). Environmental argumentation as sociocultural activity.

Pata, K., Sarapuu, T., Lehtinen, E. (2005). Tutor scaffolding styles of dilemma solving in network-based role-play. Learning and Instruction, 15 (6), pp. 571–587.

Payne, B.K., Monk-Turner, E. (2006). *Students' perceptions of group projects: The role of race, age, and slacking*. College Student Journal, 40, pp. 132–139.

Rosenfeld, B. D., Turkheimer, E. N. (1995). *Modeling Psychiatric patients' treatment decision making*. Law and Human Behaviour, 19 (4), pp. 389–405.

Sarapuu, T., Villako, H.-A. (2012). Mitme lahendiga probleemülesanded bioloogias. (Vaadatud: 30.05.2013)

http://www.oppekava.ee/index.php/Mitme_lahendiga_probleem%C3%BClesanded_bioloogias

Searight, R. H., Hubbard, S. L. (1998). *Evaluating patient capacity for medical decision making: individual and interpersonal dimensions*. Families Systems & Health, 16, pp. 41–54.

Simon, H.A. (1973). The structure of ill-structured problems. Artificial Intelligence, 4, 181-201.

Simon, H. (1978). *Information-processing theory of human problem solving*. In W. Estes (Ed.), *Handbook of learning and cognitive processes: human information processing* (pp. 271–295). Hillsdale, Lawrence Erlbaum Associates.

- Zeidler, D., Osborne, J., Erduran, S., Simon, S., Monk, M. (2003).** *The Role of Argument During Discourse about Socioscientific Issues*. In D. Zeidler (Ed.), *The Role of Moral Reasoning and Discourse on Socioscientific Issues in Science Education* (pp. 97–116). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Zeleny, M. (1982).** *Multiple criteria decision making*. New York: McGraw-Hill.
- Zohar, A., Nemet, F. (2002).** *Through Dilemmas in Human Genetics*. *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (1), pp. 35–62.
- Van Lange, P. A. M., Joireman, J., Parks, C. D., Van Dijk, E. (2013).** *The psychology of social dilemmas: A review*. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*. 120 (2), pp. 125–141.
- Walraven, A., Brand-Gruwel, S., Boshuizen H.P.A. (2008).** *Information problem solving: A review of problems students encounter and instructional solutions*. *Computers in Human Behavior*, 24, pp. 623–648.
- Watson C. L. (2010).** *A study of secondary students' decision-making processes with respect to information use, particularly students' judgements of relevance and reliability*. International Forum on Research in School Librarianship, Brisbane.
- Watson, W., Michaelsen, L. K., Sharp, W. (1991).** *Member Competence, Group Interaction, and Group Decision Making: A Longitudinal Study*. *Journal of Applied Psychology*, 76 (6), pp. 803–809.
- Weller, J. A., Levin, I. P., Rose, J. P., Bossard, E. (2011).** *Assessment of Decision-making Competence in Preadolescence*. *Journal of Behavioral Decision Making*. 25 (4), pp. 414–426.
- Wittenbaum, G. M., Bowman, J. M., Hollingshead, A. B. (2003).** *Strategic information sharing in mixed-motive decision-making groups*. Paper presented at the Small Group Division of the National Communication Association, Miami, FL.

The effect of a synchronous learning environment to dilemma solving performance.

Summary

Marten Jakobson

The aim of this thesis is to study the dilemma solving skills of high school students in a synchronous learning environment. The main objectives of the study are as follows:

1. To examine the effect of solving a dilemma on the argumentative skills of students.
2. To study the students' skills of making competent decisions when solving dilemmas.
3. To determine how the dilemma solving skills of each individual student was influenced by the completing of the group assignment.

In order to conduct the study, the following materials were presented to the students: instructions about the assignment, an introductory text, relevant texts from four different fields and a follow-up questionnaire. The students performed the assignment in the Google Docs virtual environment.

In order to conduct the study and collect the required data, a convenience sample was formed consisting of 116 students from high schools in Tartu. The follow-up questionnaire was filled in by 88 students, 74 of them completed the previous experiment. The study was conducted in the spring of 2013.

The assignment required the students to solve the following dilemma: "Would it be beneficial to construct a nuclear power station in Estonia?" First, the students studied the materials uploaded on Google Docs on the topic of constructing nuclear power stations. After this, they were divided into field-specific groups and asked to present their arguments for and against constructing a nuclear power station as well as make a field-specific decision based on these arguments. Next, the field-specific groups were reassigned to form expert committees in which each of the previously assigned fields were

represented. Each expert committee then made a compromise decision whether it would be reasonable to construct a nuclear power station in Estonia. Approximately a month after the initial assignment, the students were asked to fill in a follow-up questionnaire addressing two environmental dilemmas.

The first study question of the thesis aimed to ascertain the field-specific argumentative skills the students had demonstrated in the course of the group assignment. The arguments presented by the field-specific groups proved that the arguing skills of the students are dependent on a particular field. Addressing presumably complex fields more consistently at schools might help students better understand these fields and find relevant arguments.

The aim of the second study question was to survey how competent were the decisions made while solving the dilemma in synchronized learning environment. The analysis proved that the students' compromise decisions within this study were mostly competent.

The third study question observed to what extent students acquire individual dilemma-solving skills as a result of the group assignment. In the follow-up questionnaire, students had to solve two dilemmas individually and, in both cases, bring arguments for and against them. The analysis of the follow-up questionnaire proved that as a result of the group assignment influenced the students' individual dilemma-solving skills to a small extent. Even though respondents, faced with the same dilemma again, were able to propose more arguments than when dealing with an unknown dilemma, the number of arguments varied greatly and the mode was low with both dilemmas.

Based on the presented results one can assert that the thesis fulfilled its goals. It appeared that the argumentative skills in the context of a specific field depend on the topic. Student's decisions while solving the dilemma were mostly competent. However, it appeared that individual dilemma-solving skills improved little in the course of completing the group assignment. Therefore, school lessons should focus more on solving dilemmas, in order to achieve the goals and estimated results set forth in curricula.

Lisad

Lisa 1. Tööjuhend

Lisa 2. Sissejuhatav tekst

Lisa 3. Keskkonnaekspertide tekst

Lisa 4. Majandusteadlaste tekst

Lisa 5. Teadlaste tekst

Lisa 6. Juristide tekst

Lisa 7. Valdkonnaspetsiifilised ülesanded

Lisa 8. Tekstide korrektsed argumendid

Lisa 9. Ekspertkogu otsuse ülesanne

Lisa 10. Keskkonnas *Google Docs* õpilastele avanenud esileht

Lisa 11. Järeloküsimustik

Lisa 12. Õpilaste (n=116) ekspertrühmade (m=20) välja toodud argumentide statistika

Lisa13. Ekspertkogude (m=28) argumentide statistika ja otsuse kompetentsus 0-4 skaalal

Lisa 1. Tööjuhend

Kasutajanimi: **teadlane100@gmail.com** Parool: **teadlane100**

Tööjuhend: Tuumajaamad

1. Avage veebilehitseja (*Mozilla Firefox* või *Google Chrome*) ning minge lehele **drive.google.com** Sisestage tööjuhendi ülemises servas paiknev teie isiklik kasutajanimi ning parool. Kui teie ees ei avane koheselt failide nimekiri, vajutage vasakust loetlust *Shared with me* nupule. Avanenud lehel valige esimene fail – Sissejuhatus.

2. Lugege sissejuhatus hoolikalt läbi. Selleks on teil aega **5 minutit**. Seejärel sulgege sissejuhatus tekst ning avage algselt avalehelt ülesanne number 2.

3. Ülesanne number 2 sisaldab tuumajaama ehitamisega seotud ühe valdkonna seisukohast lähtuvat teksti. Lugege tähelepanelikult! Selleks on teil aega **12 minutit**. Pärast lugemist mitte teksti sulgeda, kuna see võib osutuda vajalikuks ka järgmiste ülesannete lahendamisel.

4. Avage kolmas ülesanne nimega Argumendid. Teid on jagatud rühmadesse, kus on teiega sama teksti lugenud õpilased. Järgige täpselt avanenud lehel toodud tööjuhiseid ning lahendage koostöös teistega kõik 3 ülesannet. Vajadusel kasutage eelmises ülesandes loetud teksti. Lehele kirja pandud tekst **salvestub** automaatselt! Ülesannete lahendamiseks on teil aega **20 minutit**! **NB!** Arutlemiseks vajalik *chat* avaneb lehe paremast ülemisest servast klõpsates sildile *other viewer*! Tooge kiiresti välja enda leitud argumendid ning arutlege ja otsustage kiiresti ning asjakohaselt!

5. Viimases neljandas ülesandes on teid jagatud uuesti rühmadesse. Sedapuhku on teie rühmakaaslasteks teiste tuumaelektrijaama ehitamisega seotud ekspertgruppide esindajad. Täitke hoolikalt teile püstitatud ülesanded ning jõudke ühisele otsusele! Ülesande sooritamiseks on teil aega **8 minutit**!

Logige *Google Docs* 'ist välja ning sulgege veebilehitseja! **Täna osavõtu eest!**

Lisa 2. Sissejuhatav tekst

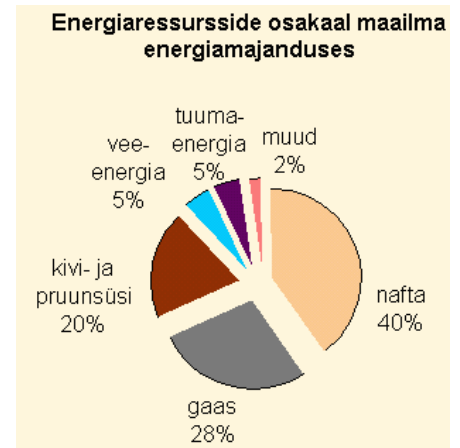
Sissejuhatus

Tänapäeva ühiskonnas tarbib iga inimene keskmiselt 120 korda rohkem energiat kui inimene paartuhat aastat tagasi. 36% energiast kasutab ühiskond elektrienergiana. Tuumaenergia kogu osakaal maailma energiamajanduses on umbes 5-6%, kuid elektri tootmises on see number ligi kolm korda suurem.

Tuumafüüsika kui teadusharu sündis koos radioaktiivsuse juhusliku avastamisega prantsuse teadlase Henri Becquereli poolt aastal 1896. Tuumaenergeetikat

hakati laiemalt arendama 1940. aastatel. 21. sajandi alguses on näha selgeid märke tuumaenergeetika kasutuselevõtu hoogustumisest, mida tõukavad tagant elanikkonna arvukuse kasv ja sellest tulenevalt vajadus energia järele, fossiilkütuste varude kahanemine ja nende kasvavad hinnad. Lisaks veel fossiilsete kütuste tarnijamaade poliitiline ebastabiilsus ning mure globaalse soojenemise pärast. Kuigi osades riikides, nagu Saksamaa ning Austria, kaldub avalik arvamus tuumaenergia kasutamise vastu, viitavad arengud üldisele tuumaenergia kasutamise tõusule. Nii on näiteks Venemaa, Brasiilia, Hiina ja India seadnud eesmärgiks oluliselt suurendada tuumaenergiast saadava elektrienergia hulka.

Suurimateks tuumaenergia tootjateks maailmas on USA, Prantsusmaa, Jaapan ning Ve-



Tuumajaamad Euroopas

nemaa. Tihedalt asustatud Euroopas paikneb ca 130 tuumajaama. Euroopa Liidus toodetakse tuumaenergiat 15 riigis, kaasaarvatud Eesti naaberriikides Soomes ja Rootsis. Tuumaelektrijaamades (TEJ) toodetud elekter moodustab 31% EL-i kogu toodangust. Eestile lähim tuumajaam paikneb linnulennult vaid 80 km kaugusel Narvast, Venemaal Sosnovõi Boris.

Tuumaenergiat loetakse säästvaks, sest energia tootmise protsessis ei eraldu olulisel määral CO₂. Samas võib TEJ-ga kaasneda oht radioaktiivse saaste kandumiseks keskkonda. Lisaks eraldub, sarnaselt teistele elektrijaamadele, suurtes kogustes mitteradioaktiivset veeauru. Nagu igasugune suuremastaabiline ja keeruline tehnoloogia, ei saa ka TEJ olla riskivaba. Pigem on küsimus riskide suuruses ning riskide ja hüvede suhte aktsepteeritavuses laiemal avalikkuse poolt.

Lisa 3. Keskkonnaekspertide tekst

Keskkonnaekspert

Tuumajaama rajamise nõuded

Rahvusvaheliselt on tuumajaama rajamiseks paika pandud nõuded ja juhendid. Näiteks 2003. aastal kehtestatud IAEA (Rahvusvaheline Aatomienergiaagentuur) ohutusstandard NS-R-3 „Tuumarajatise asukoha hindamine“ Erinevates dokumentides on sõnastatud tuumajaama asukoha valiku peamiseks põhimõtteks valida koht, kus pole midagi, mis ohustaks tuumajaama tegevust. Juhistes hinnatakse geoloogilisi, ilmastikulisi, veetaseme muutuse ja inimtegevusega (transport, plahvatusohtlikud ained) seotud riske ning analüüsitakse koha sobivust ka tuumajaamas toimuda võiva avarii seisukohast. Näiteks uraanikaevanduste tekitatavat keskkonnakahju on arenenud maades õnnestunud oluliselt vähendada ning seda reguleeritakse rangelt enamikus riikides. Kehtestatud standardid tagavad, et kahjulik mõju seal töötavate inimeste tervisele ja keskkonnale jääks normidega lubatu piiresse.

Ei maksaks unustada, et mistahes energia tootmisel on võimatu viia riskid 0 %-ni, mistõttu jääb alati võimalus, et midagi läheb valesti. Sellest tulenevalt peaks ohutust hindama võrdluses teiste energia tootmise võimalustega.

Eri riigid kasutavad tuumajaamade asukohtade valikuks sarnastest põhimõtetest lähtudes erinevaid lähenemisi. Valdav osa uusi tuumajaamu Euroopas on planeeritud ehitada asukohtadesse, kus on juba tuumajaamad. Eestil kahjuks see võimalus puudub. Teine võimalus on rajada jaam täiesti uude kohta. Praegu jälgitakse Eestis tihedalt Fennovoima projekti Põhja-Soomes, sest ka soomlased asuvad tuumajaama rajama täiesti uuele kohale.

AS Eesti Energia on teostanud geoloogilisi uuringuid Suur-Pakri saarel, kuid ennatlik on pidada seda lõplikuks tuumajaama asukohaks. Suur-Pakri pole paraku sugugi ideaalne asukoht. Suur-Pakri saart lahutab mandrist üle 4 kilomeetrit väina, mille ületamine sillaga oleks kulukas ja keskkonnavalaselt vastuoluline. Eeldatavasti oleks tehniliselt nii keeruka ja suure rajatise ehituskulud ja keskkonna alased riskid mandriga ühendamata saarel oluliselt kõrgemad võrreldes ehitusega mandril. Samas on Suur-Pakri

eeliseks madal asustustihedus ja seal paiknev geoloogiliselt sobilik stabiilne lubjakivist aluspõhi.

Pisut ekslikult arvatakse, et tuumajaam peab olema võimalikult kaugel inimasustusest. Tõsi, teatud ettevaatusabinõud kehtivad, kuid näiteks Saksmaal paikneb tuumajaam 2 km kaugusel 10 000 elanikuga Biblise linnast ja 10 km kaugusel 82 000 elanikuga Wormsi linnast. Soome Loviisa TEJ asub 5 km kaugusel Loviisa linnast. Belgia nelja reaktoriga tuumajaam Doel asub 7 km kaugusel miljonilinnast Antwerpenist.

Tuumajaam, H₂O ja CO₂

Tuumajaamad, vajavad jahutust kas aurustus- või voolava vee näol, samuti nagu ka söe, põlevkivi- või gaasielektriijaamad. Enamus või kõik sellest veest väljutatakse **jõkke, merre või järve**. Hinnanguliselt tarbib veejahutusega tuumaelektriijaam 0,5 liitrit vett kWh (kilovatt-tund) kohta ja aurustusjahutusega TEJ 2,4 liitrit kWh kohta. **Kilovatt-tund** on energiaühik, mida tarbib või toodab ühtlaselt võimsusel üks kilovatt töötav masin ühe tunni jooksul. Eri riikide normide kohaselt võib sissevõetava ja väljalastava vee temperatuuri vahe olla 3-5 °C. Üks võimalus vähendada soojusreostust on kasutada rohkem kuuma vee ja auru toimet töötavaid koostootmisjaamu.

Tuuma- ja hüdrojaamade arvu kasv alates 1960-ndatest on võimaldanud ohjeldada **süsinikdioksiidi emissiooni** ehk paiskamist atmosfääri. Kui ülemaailmselt oleks sellel perioodil toodetud elektrienergiat tuumajaamade asemel soojusjaamades, siis oleks CO₂ reostust praegu arvestuslikult lisaks 1600 miljonit tonni. Teiste sõnadega, kui maailmas tänapäeval ei kasutataks tuumaenergiat, oleks õhku paisatav CO₂ kogus iga aasta 8% suurem. Täna pööratakse tähelepanu kindlaks tehtud, et tuumajaamad emiteerivad oluliselt vähem CO₂ kui näiteks söe- ja gaasielektriijaamad. Lisaks suurele hulga kasvuhõonegaaside ja vääveldioksiidile toodab 1000 MW (megavatti) elektrit tootev söe- ja gaasielektriijaam u. 300 000 tonni tuhka aastas, mis sisaldab muuhulgas ka radioaktiivset materjali ja raskemetalle, mis paiskuvad atmosfääri ja sadestuvad maale. Radioaktiivne saast, mis jääb järele tuumajaamas, sisaldab vaid 800 tonni madala ja keskmise tasemega jäätmeid. Prantsusmaa, Jaapan, India, Korea ja Rootsi on viimase 30 aasta jooksul kahandanud CO₂ emissiooni 30% võrra. Tuumajaamadeta maades nagu Iirimaa, Itaalia ja Taani on vastav näitaja alla 10 protsendi.

Võttes arvesse tuumkütuse tsükli kõiki arenguetappe — alates kaevandamisest kuni kütuse lõppladustamiseni — on tuumaenergeetikaga kaasnevate CO₂ heitkogused võrreldavad hüdro- ja tuuleenergia arendamisel tekkivate vastavate kogustega.

Tuumajaamadega võivad kaasas käia väiksemad lokaalsed keskkonnaprobleemid, nagu liigselt soojenenud vee sattumine veekogudesse või minimaalsed radioaktiivsete osakeste sattumised keskkonda nagu juhtus näiteks Prantsusmaal 2007. aastal Dijoni jaamas ning 2008. aastal Toulouse'i jaamas.

Radioaktiivsus ja inimene

Radioaktiivne kiirgus on looduskeskkonna lahutamatu osa. Loodusliku radioaktiivse fooni moodustavad kosmiline kiirgus, maapõuest lähtuv kiirgus (nt radoon) ning inimkehas olevad ja selle funktsioneerimiseks vajalikud radioaktiivsed isotoobid. Elusorganismidele kahjulikku kiirgust mõõdetakse **biodoosiga**, mille ühikuks on **siivert (Sv)**. Looduslikult saab inimene aastas keskmiselt doosi 1,3-2 mSv (millisiivert). Lubatavaks kiirituse ülempiiriks, juhul kui tavalisest suuremat kiiritust ei saa vältida, loetakse 0,1 mSv nädalas ehk 5 mSv aastas. Esimesed kiiritushaiguse tunnused ilmnevad doosil 0,5-1 Sv ja meenutavad päikesepõletusel tekkivaid nahakahjustusi. Doosi 2 Sv korral hakkab vähenema vere puna- ja valgeliblede hulk ning üle kogu keha saadud doosi 4Sv puhul 50% juhtudest tulemuseks surm. Näiteks Tšernobõli katastroofi ajal reaktori korval kümne minutine jalutuskäik tõi kaasa biodoosi 50 Sv.

Peamised radioaktiivsusega seotud terviseriskid seonduvad inimtekkeliste kiirgusallikatega, eelkõige tuumaõnnetuste käigus keskkonda sattunud reostusega. Radioaktiivne saaste võib organismi sattuda sissehingatavas õhus oleva tolmu ja saastunud joogivee või toidu kaudu. Radioaktiivne aine võib organismi mõjutada ka läbi naha sisenedes (gamma- ja röntgenkiirgus) või otseselt nahka kiiritades. Kehasse sattunud liigsed radioaktiivsed isotoobid kahjustavad keha **kudesid**. Kui radioaktiivseid isotoope akumuleerub kudedesse ja elunditesse suures koguses, siis võib see põhjustada vähki ja teisi haigusi.

Radioaktiivsete jäätmete käitlemine

Ühe gigavatise võimsusega tuumareaktor toodab vähese ja keskmise aktiivsusega radioaktiivseid jäätmeid 200-350 kuupmeetrit. Kõrgaktiivseid jäätmeid aga umbes 20 kuupmeetrit aastas. Võrdluseks sama võimsusega söeelektrijaam toodab aastas 400 000 tonni tuhka, selles leidub loodusliku lisandina 40-100 tonni uraani, mille abil saaks töös hoida teist sama võimsusega tuumajaama. Uute reaktoripõlvkondade reaktorites kõrgaktiivsete jäätmete kogus väheneb oluliselt ning kui paarikümne aasta pärast avatakse uue põlvkonna reaktorid vähendab see koostöös vanematega jäätmeid ühe kuupmeetri aastas.

Eesti seisukohalt oleks tuumajäätmete ohutuks lõppladustamiseks kõige lähemal Soome. Olkiluoto tuumajaama lähedale on kilomeetri sügavusele graniiti ehitamisel hoidla, mis peaks suutma üle elada ka tulevased jääajad või merevee võimaliku tõusu. Samas on soomlased hoidla puhul silmas pidanud, et jäätmeid on võimalik maa-alusest hoidlast uuesti välja võtta. Kasutatud tuumakütuse vardad on terasest ümbrises, pakituna vasest kanistrisse, mis asetatakse šahti, ümbritsetuna betoonist paksu seinaga. Täiendavateks kaitsetõketeks on veel täitematerjal ning aluspõhjakivim. Kanistri mõõtmed 5 korda 1 meetrit ning see kaalub 24 tonni. Lõppladestusala asub sügaval maa all, 400-700 meetri sügavusel.

Samas seonduvad ka jäätmete transpordiga, hoolimata karmidest seadustest ning reeglitest, teatavad riskid, mida tuleb arvesse võtta. Kuna jäätmete lõppladustamise paik võib enne ladustamist vajaliku ümbertöötlemistehase asukohast erineda, pikendab see veelgi jäätmete teekonda. Eesti seisukohast ei luba Soome praegune seadusandlus ei jäätmete importi ega eksporti. Lähimat sarnast hoidlat hakatakse lähikümnendil ehitama Prantsusmaa kirdeosas Bure lähedal. Seoses uute reaktoripõlvkondadega tekib veel küsimus, kui suuri jäätmeoidlaid on tarvis, kuna tõenäoliselt õnnestub tulevikus enamus jäätmetest energiatootmisel ära kasutada.

Lisa 4. Majandusteadlaste tekst

Majandusteadlane

Elektrimajanduse lähiaastad Eestis

Täna sel päeval toodetakse enamus elektrienergiast Eestis Narva elektrijaamades põletades põlevkivi. Kui Narva elektrijaamasid ei uuendataks ja täiustataks peaks Eesti Euroopa Liidu keskkonnanõuetest tulenevalt 2012. aastal sulgema ligikaudu 40% elektrijaamadest ning 2016. aasta alguseks 70%. Praeguste arendustööde puhul need tähtsajad mingil määral muutuvad, kuid perspektiivis peab põlevkivi osakaal elektritootmises oluliselt langema.

Eestit ümbritsevate Euroopa Liidu riikide elektriturgudel on hetkel elektri hinnad mõnevõrra kõrgemad kui meil. Pärast Ignalina tuumajaama sulgemist 2009. aastal ning uute tootmisvõimsuste rajamist Eestisse ja Lätisse tõusis regioonis elektri hind oluliselt. Hinnasurvet Eestis suurendab ka EL heitmekaubanduse uute reeglite rakendumine ning elektrijaamade keskkonnanõu investeringute läbiviimine. 2013. aastast käivitub Euroopa Liidu **emissioonikaubanduse III faas**, mille raames peab AS Eesti Energia põlevkivist elektri tootmiseks ostma Eesti riigi käest 30% vajaminevast CO₂ emissioonikvoodist turuhinnaga. Varem osteti kvooti turuhinnast oluliselt madalama hinnaga. Edaspidi kasvab turuhinnaga ostetava kvoodi osakaal 10% võrra aastas. Aastal 2020 tuleb põlevkivist elektri tootmiseks vajatav emissioonikvoot osta täies mahus turuhinnaga. Lisaks vähendatakse 2020. aastaks riigi poolt müüdava emissioonikvoodi kogust praeguste EL poliitikate kohaselt 20% võrra ning igal järgneval aastal kuni 2050 veel 1,74% võrra, mis tõstab kokkuvõttes CO₂ emissioonikvoodi hinda.

Elektri hinda hakkab oluliselt määrama ka Põhjamaade elektribörsi **NordPool hinnanoteeringud**. Seega on oodata Eestis pärast uute elektrijaamade rajamist ning elektrituru avanemist elektri hindade olulist tõusu. Elektri tootmise hind võib suurene da sõltuvalt heitmekvootide hinnast 2-3 korda, mis tähendab keskmise elektrihinna tõusu lõpp-tarbijaile koos võrgutasude ja toetustega 1,5 kuni 2 korda. Põlevkivist toodetava energia

potentsiaalne kallinemine ning varude järk-järguline ammendumine suunab mõtlema alternatiividele, et säilitada energeetiline iseseisvus.

Visioone, kuidas Eesti peaks oma energiamajanduse lähituleviku üles ehitama, saab luua palju ning erinevaid. Üks võimalikke energiamajanduse arengukava visioone mitmete hulgas on, et 10-15 aasta pärast on Eesti 10 TWh (teravatt-tunni) mahus elektri tarbimise juures põlevkivienergia osakaal 50% ning lisanduvad tuumaenergia 25%, taastuvenergia 20% ja muud energialiigid (s.h. energiaimport) 5% osalusega. Selle saavutamiseks on kaks võimalust, kas ehitada oma tuumajaam Eestisse või osta osalus mõnda lähiriiki ehitatavas tuumajaamas ning sealt elektrit kaabli kaudu Eestisse juhtida.

Eestis on Leeduga tuumaenergiaalast koostööd arutatud aastast 2005. 2006. aasta alguses avaldasid Balti riikide peaministrid oma riiklikele energiafirmadele (Eestis Eesti Energia) toetust ettevalmistuste tegemisel Ignalinasse uue tuumajaama rajamiseks. Leedus on energeetiline julgeolek tõsiselt ohustatud Euroopa Liidu nõude tõttu 2009. aastal Ignalina tuumajaam sulgeda. Samas oli Ignalina sulgemine fikseeritud Leedu liitumislepingus EL-iga. Kuna Leedus on juba üle 20 aasta olnud tuumajaam, siis suur osa leedulasi ei näe teist alternatiivi uue rajamisele. Samas on rahvusvaheline koostöö ühiselt plaanitava jaama osas kujunenud keeruliseks ning läbirääkimised pikaks. Komistuskiviks on saanud ka asjaolu, et Eesti pole riiklikul tasandil välja kujundanud ühtset energiamajanduse seisukohta ning suhtumist tuumaenergeetikasse. Leedu tuumajaama tehtava investeeringu suurusjärk oleks umbes **65-70 miljonit eurot**.

Eesti oma tuumajaama hind

Tuumaenergia hind sõltub mitmetest teguritest. Sarnaselt teistele elu valdkondadele moodustub ka energia tootmise hind tuludest ning kuludest. Tuumaelektrijaama peamisteks tulu allikateks on jaama võimsusest tulenev tulu ning otseselt tarbijatele müüdavast elektrienergiast saadav tulu.

Kulusid võib tinglikult jagada **kolme rühma**: jaama ehitusega, töös hoidmisega ning sulgemisega seonduvad kulud. Suurimaks kolmest on jaama **ehitamisega seonduvad kulud**. 700-1000 MW võimsusega elektrijaam, mis vastaks laias laastus Eesti baasenergia vajadusele, läheks tänase päeva seisuga maksma hinnanguliselt umbes 2-3 miljardit eurot, millest tõenäoliselt 30-60% tuleks välisinvesteeringutest. Lõplik hind sõltub

paljuski sellest, kuhu jaam ehitada, kuna seal toodetud energia tuleb juhtida üleriigilisse elektrivõrgustikku. Samuti on oluline, kes tuumajaama ehitab, kust tööjõud sisse tuuakse ja paljust muust.

Kui tuumajaam on käivitatud kulub peamiselt ressursse **jaama käigus hoidmiseks ning hoolduseks**. Samuti lisanduvad tuumakütuse hankimise ning kasutatud kütusest vabanemisega lisakulud. Siiski on need võrreldes ehituskuludega väga madalad. Samas, kuna 100 % tuumakütusest tuleb importida ning jäätmed täies ulatuses välja vedada, kahaneks Eesti energeetiline iseseisvus ning me oleksime sõltuvad tuumakütuse ekspordist nagu Nigeeria, Kanada ning Kasahstan.

Ka **tuumajaama sulgemisega seonduvad** üpriski suured **kulud**. Näiteks 2009. aastal Leedu Ignalina tuumajaama sulgemine ja konserveerimine läheb esialgsete arvutuste kohaselt maksma umbes 3 miljardit eurot. Siiski võib eeldada, et Eestisse rajatava tuumajaama sulgemine 40-60 aastat pärast tööle hakkamist oleks märgatavalt odavam. Põhjusteks on, et Ignalina jaam oli suhteliselt algelise tehnoloogiaga, mille likvideerimine on kallim. Leedu jaam oli suurema võimsusega, kui Eestisse vaja oleks, väiksem jaam — väiksemad kulud. Lisaks on selle aja peale ka jaamade likvideerimise kogemus märgatavalt suurem, mis alandab hinda. Samuti on jaama sulgemise kulutuste jaoks võimalik raha kõrvale panna jaama töötamisel saadavast kasumist.

Riigi majandusele oleks tulus uute töökohtade loomine. Tuumajaama ehituses oleks palgatud neljal-kuuel aastal keskmiselt 3000-4000 inimest ja tuumajaama opereerib ca 400 inimest. Põlevkiviõli tööstuse kahekordistamisega, põlevkivi elektri tootmiseks põlevkivi põletamise arvelt, säilitaksime kaevanduste töökohad ning looksime täiendavad 1000 töökohta. Juhul kui otsustatakse Leedu tuumajaama projektis osaleda, siis ei tooks see Eestis kaasa olulist töökohtade arvu kasvu.

Tuumaenergia vs teised energia liigid

Kuna Eestis tuumajaam puudub saame energia tootmise viise võrrelda teiste maade näitel. 1 kWh (kilovatt-tund) tuumaelektrijaamas toodetud elektri hind on soomlaste hinnangul **26 euro senti, kivisööst toodetud elektril 34,4 senti, turbast 35,9, tuulest 45,5 senti**. Kilovatt-tund on energiaühik, mida tarbib või toodab ühtlaselt võimsusel ühe kilovatti võimsusega töötav masin ühe tunni jooksul. Põlevkivi on praegu tuumaener-

giast kolmandiku võrra kallim, kuid see vahekord võib muutuda kiiresti, sest põlevkivile lisanduvad saastemaksud, mis tuumaenergia puhul puuduvad. CO₂ emissioonikvoodi hinnatõus tähendab nii riigi kui meie kõigi jaoks iga-aastast suurt hinnatõusu, mis omakorda muudab põlevkivi kasutamise elektrienergia tootmisel majanduslikult küsitavaks.

Valdav osa Euroopa riike sõltuvad energiaallikate impordist, mis täna moodustab **56% energiatarbest** ja võib lähikümneleil tõusta 76%. Suurimaks põhjuseks on peatne Põhjamere gaasi- ja naftareservide ammendumine. Sama kehtib ka enamuste mandril asuvate söe- ja gaasivarude kohta. Euroopa söeimport on kasvanud 100 miljoni tonnini aastas ja omatoodang langenud 2004. aasta 570 miljonilt tonnilt 267 miljoni tonnini 2009. aastal. Söe hinnad on vahemikus 2008-2009 varieerunud 50-250 USA dollarit/tonn, nagu ka kivi- ja gaasivarude transpordikulud Lõuna-Aafrikast või Austraaliast 8-50 USD/t. On vältimatu, et kütuste turuhindade varieerumine mõjutab ka avatud elektriturgu Skandinaavias ja Euroopas täpselt nagu näiteks maailmaturu teravilja hinna muutused mõjutavad leivahinda poes.

Lisa 5. Teadlaste tekst

Teadlane

Kuidas tuumaenergia tekib?

Tuumaelektrijaamades kasutatakse ära tuumade lõhustumise tagajärjel vabanev energia. **Tuumareaktor** on seade, kus algatatakse ja juhitakse püsivat tuumade ahelreaktsiooni. Reaktoris luuakse tuumaenergia tootmiseks kontrollitud ahelreaktsioon, kus energia vabaneb soojusena. Seda energiat rakendatakse vee kuumutamiseks ja auru tekitamiseks, auru abil pannakse tööle elektrienergia tootmiseks kasutatavad turbogeneraatorid. Kontrollitud ahelreaktsiooni käigus pommitatakse suure massiarvuga tuumi aeglustatud neutronitega, protsessi tulemusel liitub neutron tuumaga põhjustades viimase ergastatud oleku. Tuumajõudude tõttu lõhustub ergastatud tuum kaheks erineva massiga osaks, põhjustades nii kahe uue isotoobi tekke. **Isotoobid** on keemilised elemendid, mis sisaldavad sama arvu prootoneid, kuid erineva arvu neutroneid. Lisaks isotoopide tekkele eraldub lõhustumisel alati ka neutroneid ning gamma-kiirgust. Analoogiliselt lõhustub näiteks reaktorites kütusena kasutatav **Uraan-235** kaheks väiksema massiarvuga isotoobiks ning sellise protsessi käigus vabaneb suur kogus energiat.

Tuumakütus

Kuna looduses leiduv uraan sisaldab peamiselt isotoopi U-238 ja väga vähesel määral reaktorites kasutatavat lõhustuvat U-235, siis tuleb kaevandatud uraani rikastada vastavaks reaktori nõuetele. Rikastamine on teiste sõnadega uraani isotoobi U-235 sisaldusprotsendi tõstmine kütuses. Reaktori tööks piisav rikastusprotsent jääb tavaliselt alla 10%, pigem 5% lähedale. Näiteks relvatööstuses kasutamiseks on uraani vajalik rikastusprotsent oluliselt kõrgem, ulatudes 90%-ni.

Reaktorite põlvkonnad

Tänapäeval on 30 riigis elektritootmisel käigus **439 tuumareaktorit**, mis toodavad kokku 372 GW elektrit. Ehitusjärgus on praegu üle 30 uue reaktori elektrilise koguvõimsusega üle 26 GW. Lisaks on kindlalt otsustatud või juba tellitud 94 reaktori ehitamine koguvõimsusega rohkem kui 100 GW, mis moodustab veerandi praegu olemasolevast. Majanduslikel kaalutlustel on enamiku reaktorite elektrivõimsus suurusjärgus **1000 MW**.

Reaktorid jaotatakse viite põlvkonda kuuluvateks, see tähendab põlvkonnad I, II, III, III + ja IV. **Esimese põlvkonna reaktorid** tuumareaktorite prototüübid, mis alustasid tsiviilotstarbelise tuumaenergia tootmisega 1950.-1960. aastatel. Tüüpiliselt olid väga madala energia tootlikkusega — 50-200 MW. Viimane seda tüüpi jaam paikneb Walesis ning see suletakse selle aasta lõpuks.

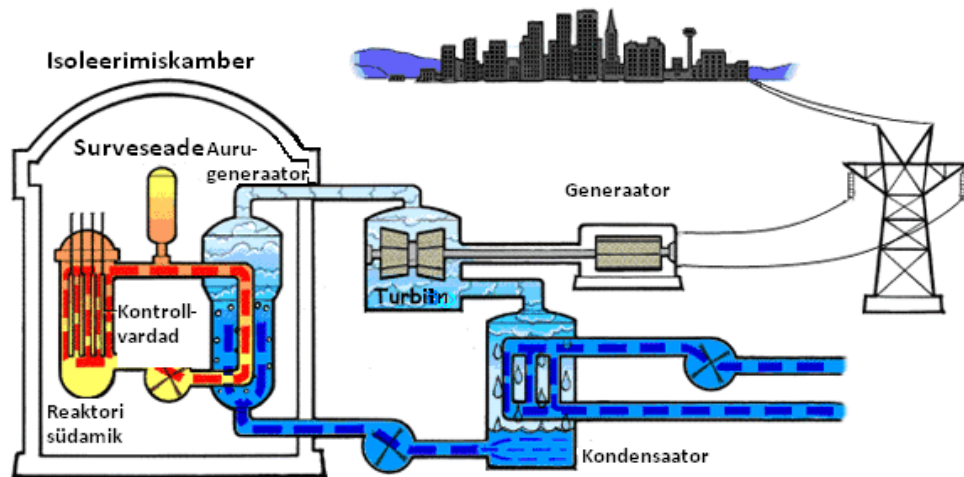
Teise põlvkonna reaktorid võeti kasutusele 1960. aastate lõpul. Tehnoloogia sarnanes paljuski eelmisele põlvkonnale, kuid reaktorid muutusid usaldusväärsemaks, mitmekesisemaks ning majanduslikult tulusamaks. Elektri tootlikkus kasvas 400-1400 MW-ni.

Kolmanda põlvkonna tuumareaktorid on sisuliselt teise põlvkonna reaktorid, mida on edasi arendatud. Täiustusi on peamiselt tehtud energeetilises tasuvuses (samast kütuse kogusest kuni kaks korda rohkem energiat), loodi standardsem disain (vähendamaks ehitus- ning hoolduskulusid) ja turvasüsteemides. Põlvkonna reaktorite tehnoloogia on suunatud pikema tööea saavutamisele, ehk varasema 40 aasta asemel peaksid selle põlvkonna reaktorid olema võimelised energiat tootma kuni 60 aastat. **III+ põlvkonna reaktorid** on omakorda edasiarendus III põlvkonna reaktoritest. Peamiseks edasiarenduseks on passiivsed ohutussüsteemid, näiteks südamikusulamise tõenäosus on ülimald - väiksem kui 3 korda kümne miljoni tööaasta kohta. Enamus praegu maailmas kavandatavatest reaktoritest on seda tüüpi.

IV põlvkonna tuumatehnoloogia lepidi 2005. aastal kokku kuue reaktoritehnoloogia valikus, mis peaksid kujundama tuumaenergia näo lähitulevikus. Kõiki valitud tehnoloogiaid iseloomustab säästlikkus, ohutus, usaldatavus, kindlus terrorirünnaku ja tuumarelvamaterjali diversiooni suhtes ning pikk tööiga. Jahutajatena plaanitakse kasutusele võtta lisaks veele ka nt naatrium, tina, ja erinevad sulatatud soolad. Eesmärkideks

on samast kogusest tuumakütusest saada kätte 100-300 korda rohkem energiat. Samuti energia tootmiseks ära kasutada tänaseks päevaks tekkinud tuumajäätmeid. Ehituskõlblikeks peaksid need saama ajavahemikus 2015-2035.

Reaktori tööpõhimõtted surveveereaktori näitel



Rohkem kui 260 reaktoriga on surveveereaktor, ka PWR (*Pressurised Water Reactor*), enimkasutatav tuumareaktoritüüp maailma energeetikas. Nende elektriline võimsus varieerub piirides 300-1500 MW (megavatti). Suure võimsusega PWR reaktori südamikus võib olla 150-250 vertikaalselt asetatud tuumakütusekomplekti, millest igaühes on 200-300 kütusevarrast. Kokku on reaktoris 80-100 tonni 3,5-5% U-235 suhtes rikastatud tuumkütust. Veerand kuni kolmandik kütust tuleb iga 1,5-2 aasta järel välja vahetada.

Tavaline vesi, mis paikneb nii reaktorianumas ja esmases jahutussüsteemis temperatuuril ~ 325 °C ja rõhul ~ 150 atmosfääri, toimib nii soojuskandja kui ka tuumareaktsiooni aeglustina. Kõrge rõhk takistab vee keemist esmases faasis.

Aurugeneraator paikneb samuti kaitsekestas. Isoleeritud kaitsekestast väljas paiknevad tavaliselt aurutraktid, turbogeneraator, kondensaator ja veepumbad. Kondensaatorit, kus aur muudetakse tagasi aurugeneraatorisse juhitud veeke, jahutatakse jõe-, järve- või mereveega või jahutustornide abil. Jahutustornid ongi need koonusjad ehitised, mis annavad tuumajaamale tema iseloomuliku välimuse. Nende sees reaalselt tuumareaktsiooni ei toimu.

Surveveereaktoreid eelistatakse nende sisemise ohutuse tõttu. Kui südamiku võimsuse suurenemisel osa esmase süsteemi vett muutub auruks, siis aurus väheneb neutronite aeglustumine ja seega ka lõhustusreaktsiooni kiirus ning reaktori võimsus. Vajadusel avarii korral reaktor seisma panna on ka näiteks võimalik boori juhtimine esmase faasi vette. PWR eeliseks on ka asjaolu, et teisene jahutusfaas ei saastu radioaktiivselt, mida esmases faasis paratamatult esineb.

Kas tuumajaam sobib Eesti elektrisüsteemi?

Eesti elektrisüsteem on nii tarbimise kui avariivõimsuste seisukohalt suhteliselt väike. Seetõttu ei sobi siia mitmed suuremad reaktorid. Ka ei ole Eesti koht, kus katsetada täiesti uut tüüpi reaktoreid, mille rajamine oleks suur tehniline väljakutse ning risk. Sellest lähtudes võiks nn. IV-põlvkonna või täna prototüübi staatuses olevate reaktorite rajamist Eestisse vältida. Eesti elektrienergia vajaduse rahuldamiseks peetakse sobivaimateks **500-1000 MW** võimsusega reaktoreid.

Tuumajaama Eestisse sobivuse **vastu** tuuakse väitlustes tavaliselt **kaks argumenti**: esiteks vajab Eesti suvise energia miinimumtarbimise katmiseks vaid 400-500 MW elektrilist võimsust ning tuumajaamade töörežiim pole nii madala tarbimiskoormuse jaoks piisavalt paindlik. Teiseks mureks on reserve puudumine juhaks kui tuumajaama töö tuleks mingil põhjusel peatada, näiteks värske tuumkütuse laadimise või avarii korral.

Neile argumentidele räägivad vastu asjaolud, et Eesti Põhivõrgul on olemas kogemus 1300 MW võimsusega Ignalina tuumajaamaga Baltimaade võrgus, millel olid oluliselt tihedamad tootmispausid kui kaasaegsetel reaktoritel. Isegi põlevkivielektrijaamades juhtub energiaplokkide tootmisest väljalangemisi küllalt sagedalt, seega kui küsimus on püsivas tootmisvõimsuse tagamises, siis tuumajaam pigem tõstaks Eesti varustuskindlust.

Nii juba toimivad kui ka rajatavad tuumajaamad on piisavalt paindlikud ja suudavad nõudluse-tarbimise muutustele piisava kiirusega reageerida. Nüüdsete tuumajaamade elektritootmise mahtu saab varieerida vahemikus 30-100%, kusjuures elektrienergia tootmismahutu saab muuta vahemikus 1-3% minutis.

Lisa 6. Juristide tekst

Jurist

Eesti praegune seadusandlus

Senini pole Eestis ühtset tuumaenergia tootmise ega tuumajaama ehitamisega seonduvat seadust loodud. On üldisi seadusi, näiteks Eesti praeguse planeerimisseaduse § 32 järgi on tuumaelektrijaam “riiklikult tähtis objekt”, kui ta toodab üle kolmandiku Eestis tarbitavast elektrist. § 33. 1. ütleb, et riiklikult tähtsa ehitise asukohaettepanekud koostab ministeerium, kelle valitsemisalasse kavandatav ehitis kuulub. Ettepanekute koosseisu kuuluvad majanduslik ja tehniline põhjendus ning keskkonnamõjude hindamine.

Rohkem on vastu võetud seadusi erinevate rahvusvaheliste konventsioonidega ühinemise kohta. 21. aprillil 1994 jõustus **tuumakahjustuste eest tsiviilvastutuse Viini konventsiooniga ühinemise seadus**, mis seab mõned minimaalsed nõudmised, et tagada rahalist kaitset kahjustuste eest, mis võivad tekkida tuumaenergia teatud viisil rahumeelsel kasutamisel. Samuti väidab konventsioon, et Eesti Vabariik ei pea ennast vastutavaks oma territooriumil asuvate võõrriikide tuumaseadmete ning materjalide eest. See on oluline, kuna näiteks Nõukogude ajal paiknes Paldiskis Nõukogude tuumaallveelaevnike õppekeskus, kus oli ka töötav tuumareaktor. Pärast okupatsiooniwägede lahkumist oli Eesti riik sunnitud Paldiskis kõrvaldama mitmeid reostuskoldeid. Õnneks radioaktiivset reostust ei avastatud.

21. aprillil 1994 hakkas Eestis kehtima ka **tuumaavarii või kiirgusliku avariiolekorra puhul abi andmise konventsiooniga nõustumise seadus**. Selle peamiseks eesmärgiks on tagada tuumategevuse arendamisel kõrge ohutustase, tuumaavariide ärahoidmine ning mis tahes sellise avari tagajärgede miinimumini viimine ja likvideerimine. Samal päeval jõustus ka **tuumaavariist operatiivse teatamise konventsiooniga nõustumise seadus**. See kohustab Eestit teisi riike võimalikust ohust koheselt teavitama ning tagab, et ka meid teavitatakse. 21. aprillil 1994 jõustus ka **tuumamaterjali füüsilise kaitse konventsioon**. Selle peamiseks eesmärgiks on saavutada ja hoida rahumeelsetel eesmärkidel kasutatava tuumamaterjali ja rahumeelsetel eesmärkidel kasutatavate tuumarajatiste ülemaailmset tõhusat füüsilist kaitset. Samuti ennetada nende materjalide

ja rajatistega seotud kuritegusid kogu maailmas, kuritegude vastu võidelda ning hõlbus-tada sel otstarbel tehtavat koostööd osalevate riikide vahel.

21. juunil 1999 hakkas kehtima **tuumarelvakatsetuste üldise keelustamise lepin-gu ratifitseerimise seadus**, millega toetati rahvusvahelisi kokkuleppeid ning tuumades-armeerimise ja tuumarelva leviku ärahoidmise meetmeid, sealhulgas tuumarelva arsena-lide vähendamist. Samuti toetati asjaolu, et kõigi tuumarelvakatsetuste ja muude tuuma-plahvatuste lõpetamine piirab tuumarelvade loomist ja kvalitatiivset täiustamist ning lõpetab uut tüüpi tuumarelvade väljatöötamise.

5. jaanuaril 2001 jõustus **kasutatud tuumakütuse ja radioaktiivsete jäätmete ohutu käitlemise ühendkonventsioonile**, millega lubati, et nii kasutatud tuumakütuse kui ka radioaktiivsete jäätmete käitlemisel tuleb tagada ohutus, inimeste teadlikus ja panustada tuumaohutuskultuuri üle kogu maailma. Konventsioon väidab ka, et Eesti riik vastutab enda territooriumil kasutatud tuumakütuse ja radioaktiivsete jäätmete käitlemi-se ohutuse tagamise eest.

Kiirgusseadus, mis jõustus 1. mail 2004. aastal, sätestab põhilised ohutuse nõuded inimese ja keskkonna kaitsmiseks ioniseeriva kiirguse kahjustava mõju eest ning isikute õigused ja kohustused ioniseeriva kiirguse kasutamisel. Kiirgusseadus järgib rahvusva-heliste konventsioonide, ohutusnormide ja Euroopa Liidu direktiivide nõudeid. 2. ok-toobril 2009 kehtestati kiirgusseaduse muudatus, mis eeskätt täpsustab nõudeid kasuta-tud tuumkütuse vedudele, viies need vastavusse ka EL õigusnormidega. Kiirgusseaduse muutmine oli vajalik, et võtta ka Eesti õigusnormidesse üle Euroopa Liidu kehtestatud nõuded, mis käsitlevad kasutatud tuumkütuse, kuid mõneti ka radioaktiivsete jäätmete ohutu veo tingimusi.

16. novembril 2005 ühines Eesti **tuumaohutuse konventsiooniga**. Sellega kinnita-ti, et ka Eesti jaoks on ülimalt oluline tuumaenergia kasutamise ohutus, selle korralik reguleerimine ja keskkonnasäästlikkuse tagamine. Kuna tuumarajatistes toimuvatel võimalikel õnnetustel võib olla piiriülene mõju, tuleb edendada kõrgel tasemel tuuma-ohutust.

Eesti elektrimajanduse arengukava aastani 2018 näeb ette, et tuumajaama rajamise eeltööna tuleb valmistada ette asjakohased muudatused õigusaktides aastaks 2012. Tuumaelektrijaama kui pikas perspektiivis majanduslikult põhjendatud alternatiivi ra-jamine Eestisse eeldab pika-ajalist eeltööd. Selleks, et tagada vajadusel tuumajaama

rajamise tehniline ja majanduslik teostatavus, tuleb ette valmistada vastav seadusandlus. 2011. aastal jõudis mitmel korral ajakirjandusse uudis, et tuumaenergia seadus on kohekohe valmimas. Siiski pole tänaseni seadus veel Riigikokku kinnitamiseks jõudnud.

Tuumajaama rajamine Eestisse

Selleks, et hakata Eestisse tuumajaama rajama, tuleb kõigepealt tuumaenergiaga kaasnevaid riiklike ja rahvusvahelisi kohustusi ja vastutusi tunnustada. Riigi poliitiline juhtkond peab kiitma tuumaenergeetika heaks kui energeetika lootustandva arengusuuna ja hakkama sellesse tõsiselt panustama. Selle tähtsaimaks osaks on ühiskonna informeerimine tuumaenergeetikaga seonduvatest võimalustest ja ohtudest.

Juriidilisest seisukohast tuleks esmajoones:

- Arendada välja asjakohane tuumaseadusandlus, mis kataks, lisaks tuumamaterjali komertsiaalse kasutamise aspektidele, kogu tuumaenergia kasutamise valdkonna. Need on ohutus, julgeolek, kaitsemeetmed ning majanduslik vastutus.
- Välja töötada tuumaenergiaalased esmased õigusaktid.
- Tagada avalik ja läbipaistev kommunikatsioon avalikkuse ja naaberriikidega tuumaenergia juurutamise kohta.
- Kõik loodavad tuumaseadusandluse määrused ning aktid jõustada vastavates riigi asutustes.
- Asutada sõltumatu ja kompetentne tuumaohutuse asutus, kelle ülesandeks on tuumajaama projekti eri etappide reguleerimine ning algatamiseks vajalike litsentside väljastamine ja järelevalve korraldamine.
- Tuumaohtusega seoses tuleb luua tuumaenergiaagentuur.

Euroopa poliitika ja Leedu näide

Euroopa Liidu ühise energiapoliitika kolmeks peamiseks eesmärgiks – *energiajulgeolek, konkurentsivõime ja tõhusus*. EL vajab konkurentsivõimelist ja tõhusat energiaturgu. See tähendab, et tarbijal peab olema võimalus valida energiatarnija vastavalt konkurentsist kujunevale hinnale. Sellepärast töötas Euroopa Komisjon 2009. aastal välja Balti energiaturu ühendamise kava (BEMIP), mis seadis eesmärgiks lõimida Balti riigid täielikult Lääne energiaturgu ning tugevdada ühendust naabruses asuvate ELi liikmesriikidega.

Energia on üks tähtsamaid majandusvaldkondi ning Leedu on seadnud endale mitu sihti, mis on olulised ja hädavajalikud nii neile kui ka kõigile Balti riikidele. Nende peamine siht on energiajulgeolek, mis muutus eriti tähtsaks pärast Ignalina tuumaelektrijaama (TEJ) teise reaktori sulgemist (2009). Samuti üritab Leedu leida viise, kuidas kindlustada energia alal konkurentsivõime. Nende sihtide saavutamiseks viib valitsus ellu riiklikku energeetika (energiasõltumatuse) strateegiat ning on eriliselt pühendunud uue TEJ ja vedelgaasi (LNG) terminali loomisele. Siiski on projekt erinevatel põhjustel pidurdunud ning täielikku selgust TEJ ehituse osas pole senini.

Lisa 7. Valdkonnaspetsiifilised ülesanded

Selle ülesande lahendamiseks on teil aega 20 minutit!

1. Tooge välja ainult **juristi (keskkonnaeksperti, majandusteadlase, teadlase seisukohast** lähtuvalt **võimalikult palju tekstist** leitud tuumajaama ehitamise poolt- ning vastuargumente tuumajaama rajamise otstarbekuse seisukohast. Argumentide õigsuse üle arutlega enne kirja panemist *chat* is.

Argumendid kirjutage siia:

Poolt:

Vastu:

2. Seejärel järjestage 4 peamist argumenti, alustades kõige olulisemast:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

3. Nüüd otsustage leitud väidete põhjal: **Kas tuumaelektrijaama rajamine Eestisse on otstarbekas?** Tooge välja ka väited, miks teie rühm nii arvab!

Vastus siia:

Põhjendus:

Lisa 8. Tekstide korrektseid argumente

Jurist

Poolt:

1. On üldisi seadusi, näiteks Eesti praeguse planeerimisseaduse § 32 ja §33. 1., mis tuumaenergeetikaga seonduvad.
2. Rohkem on vastu võetud seadusi erinevate rahvusvaheliste konventsioonidega ühinemise kohta nagu tuumakahjustuste eest tsiviilvastutuse Viini konventsiooniga ühinemise seadus, tuumaavarii või kiirgusliku avariilukorra puhul abi andmise konventsiooniga nõustumise seadus, tuumaavariist operatiivse teatamise konventsiooniga nõustumise seadus, tuumarelvakatsetuste üldise keelustamise lepingu ratifitseerimise seadus, kasutatud tuumakütuse ja radioaktiivsete jäätmete ohutu käitlemise ühendkonventsioon, kiirgusseadus ning tuumaohutuse konventsioon.
3. Eesti elektrimajanduse arengukava aastani 2018 näeb ette, et tuumajaama rajamise eeltööna tuleb valmistada ette asjakohased muudatused õigusaktides.
4. Euroopa Komisjon töötas 2009. aastal välja Balti energiaturu ühendamise kava, mis loob aluse konkurentsivõimelise ja tõhusa energiaturu rajamiseks. Tuumajaam annab selle võimaluse.

Vastu:

1. Senini pole Eestis ühtset tuumaenergia tootmise ega tuumajaama ehitamisega seonduvat seadust loodud, mis kataks, lisaks tuumamaterjali kommertsiaalse kasutamise aspektidele, kogu tuumaenergia kasutamise valdkonna.
2. Tuumaelektrijaama kui pikas perspektiivis majanduslikult põhjendatud alternatiivi rajamine Eestisse eeldab pika-ajalist eeltööd.
3. 2011. aastal jõudis mitmel korral ajakirjandusse uudis, et tuumaenergia seadus on kohe-kohe valmimas. Siiski pole tänaseni seadus veel Riigikokku kinnitamiseks jõudnud.

4. Puudub sõltumatu ja kompetentne tuumaohutuse asutus, kelle ülesandeks on tuumajaama projekti eri etappide reguleerimine ning algatamiseks vajalike litsentside väljastamine ja järelevalve korraldamine.

5. Puudub tuumaohutusega tegelev tuumaenergiaagentuur.

Keskkonnaekspert

Poolt:

1. Paika pandud tuumajaama rajamiseks vajalikud nõuded ja juhendid, kus arvestatakse kõiki asjaolusid, et minimaliseerida riske.

2. Soome eeskuju tuumajaama rajamisel uude kohta, õpitakse Fennovoima projektist Põhja-Soomes.

3. Tuumajaam ei pea paiknema kaugel inimasutusest, olemas ettevaatusabinõud, Saksa- ja Belgia näide.

4. Kui maailmas tänapäeval ei kasutataks tuumaenergiat, oleks õhku paisatav CO₂ kogus iga aasta 8% suurem. Tuumajaamad emiteerivad oluliselt vähem CO₂ kui näiteks söeelektrijaamad. Prantsusmaa, Jaapan, India, Korea ja Rootsi on viimase 30 aasta jooksul kahandanud CO₂ emissiooni 30% võrra.

5. Vähene aastane jäätmete hulk söeelektrijaam 300 000 tonni tuhka + õhku paiskuv vs. 800 tonni jäätmeid tuumajaamades.

6. Uute reaktoripõlvkondade reaktorites kõrgaktiivsete jäätmete kogus väheneb oluliselt ning kui paarikümne aasta pärast avatakse uue põlvkonna reaktorid vähendab see koostöös vanematega jäätmeid.

Vastu:

1. Mistahes energia tootmisel on võimatu viia riskid 0 %-ni, mistõttu jääb alati võimalus, et midagi läheb valesti.

2. Valdav osa uusi tuumajaamu Euroopas on planeeritud ehitada asukohtadesse, kus on juba tuumajaamad. Eestil kahjuks see võimalus puudub.
3. Enamus jahutusveest väljutatakse jõkke, merre või järve, mis võib kaasa tuua soojusreostuse.
4. Tuumajaamadega võivad kaasas käia väiksemad lokaalsed keskkonnaprobleemid, nagu liigselt soojenenud vee sattumine veekogudesse või minimaalsed radioaktiivsete osakeste sattumised keskkonda. Prantsuse näited.
5. Võimalikud haigused, tuumaõnnetuste käigus keskkonda sattunud reostus. Radioaktiivne saaste organismi õhu, joogivee või toidu kaudu. Radioaktiivne aine võib organismi mõjutada ka läbi naha sisenedes (gamma- ja röntgenkiirgus) või otseselt nahka kiiritades. Kehasse sattunud liigsed radioaktiivsed isotoobid kahjustavad keha **kudesid**. Kui radioaktiivseid isotoope akumuleerub kudedesse ja elunditesse suures koguses, siis võib see põhjustada vähki ja teisi haigusi.
6. Transpordiga seonduvad riskid. Lähimad ladestuskohad Soomes ja Prantsusmaal. Kuna jäätmete lõppladustamise paik võib enne ladustamist vajaliku ümbertöötlemistehase asukohast erineda, pikendab see veelgi jäätmete teekonda.

Majandusteadlane

Poolt:

1. EL nõute tõttu peab perspektiivis põlevkivi osakaal elektritootmises oluliselt langeda, alternatiiv tuumajaam.
2. EL-i emissioonikaubanduse hinnatõus Eestis, tuumajaam kvoote ei vaja.
3. Põlevkivi järk-järguline ammendumine ning sellega kaasnev energeetilise iseseisvuse vähenemine sunnib mõtlema alternatiividele. Üks võimalikke energiamajanduse arengukava visioone mitmete hulgas on, et 10-15 aasta pärast on Eesti 10 TWh (teravatt-tunni) mahus elektri tarbimise juures põlevkivienergia osakaal 50% ning lisanduvad

tuumaenergia 25%, taastuvenergia 20% ja muud energialiigid (s.h. energiaimport) 5% osalusega.

4. Tuumajaama ehituses oleks palgatud neljal-kuuel aastal keskmiselt 3000-4000 inimest ja tuumajaama opereerib ca 400 inimest. Samuti annaks vältida põlevkivi tööstuses töökohtade kaotamist, toota põlevkivi õli.

5. Madalam hind energia tootmisel, soomlaste näitel 26 euro senti, kivisöest toodetud elektril 34,4 senti, turbast 35,9, tuulest 45,5 senti.

6. Kasvav impordi osakaal Euroopa energiaturul tänu taastumatute energiaallikate varude kahanemisele ja hinnatõusule. Võimalus teenida tuumajaamas toodetud endale mittevajaliku energia müügist.

Vastu:

1. 2006. aasta alguses avaldasid Balti riikide peaministrid oma riiklikele energiafirmadele toetust ettevalmistuste tegemisel Ignalinasse uue tuumajaama rajamiseks. Näitab suunana, et riik ei pea personaalse tuumajaama rajamist prioriteetseks. Samuti pole riiklikul tasandil välja kujundatud ühtset energiamajanduse seisukohta ning suhtumist tuumaenergeetikasse.

2. Suured ehitamisega ja sulgemisega seonduvad kulud, kuigi ilmselt on palju välisinvesteeringuid ning lõplik hind sõltub paljudest asjaoludest. Ka tuumajaama sulgemisega ja konserveerimisega seonduvad üpriski suured kulud.

3. Kulud jaama käigus hoidmiseks ning hoolduseks tuumakütuse hankimise ning kasutatud kütusest vabanemisega lisakulud. Võrreldes ehituskuludega väga madalad.

4. 100 % tuumakütusest tuleb importida ning jäätmed täies ulatuses välja vedada, kahaneks Eesti energeetiline iseseisvus.

Teadlane

Poolt:

1. Maailmas kaasa arvatud Eesti lähiriikides kokku ligi 450 reaktorit. Miks mitte ka Eestis?
2. Iga põlvkonnaga on kasvanud ohutus ja usaldatavus, nt südamikusulamise tõenäosus on ülimadal.
3. Tuumakütuse ära tarvitamise osakaalu järk-järguline tõus, st samast kütusekogusest mitusada korda rohkem energiat.
4. Tänapäeva tehnoloogiaga tuumaelektrijaamad on tootmises piisavalt paindlikud, et kohanduda madala tootlikkusega perioodidega, elektritootmise mahtu saab varieerida vahemikus 30-100%
5. Eesti Põhivõrgul on olemas kogemus 1300 MW võimsusega Ignalina tuumajaamaga Baltimaade võrgus.

Vastu:

1. Kõige levinumal reaktoritüübil tuleb veerand kuni kolmandik kütust iga 1,5-2 aasta järel välja vahetada.
2. Esmases jahutusfaasis võib kasutatav vesi radioaktiivselt saastuda.
3. Meie elektrisüsteemi ei sobi suurema võimsusega reaktorid ning seetõttu pole ka mõttekas katsetada prototüübi staadiumis 4. põlvkonna reaktoreid.
4. Võimalik reservide puudumine juhuks kui tuumajaama töö tuleks mingil põhjusel peatada, näiteks värske tuumkütuse laadimise või avarii korral.

Lisa 9. Ekspertkogu otsuse ülesanne

Selle ülesande lahendamiseks on teil aega 10 minutit!

Iga spetsiifilise valdkonna (*jurist, teadlane, majandusteadlane, keskkonnaekspert*) esindaja kopeerigu chat'i välja enda rühma eelmises ülesandes leitud kolm kõige olulisemat väidet! Seejärel arutlege nende üle chat'is, jõudke ühisele otsusele ning kirjutage oma ühine rühma vastus küsimusele: **Kas tuumaelektrijaama rajamine Eestisse oleks otstarbekas?** Kompromissotsust põhjendage **vähemalt kolme** argumendiga!


Vastus siia:


Põhjendus:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.




Lisa 10. Keskkonnas *Google Docs* õpilastele avanenud esileht


+Loodus Search Images Maps Play YouTube News Gmail Drive Calendar More ▾



Loodus Kristi 

Drive

Sort ▾

CREATE 

▸ My Drive









Shared with me

Starred

Recent

More ▾

Download Drive for PC

<input type="checkbox"/>	TITLE	SHARE DATE
<input type="checkbox"/> ☆ 	1. Sissejuhatus.docx	 Marten J 4/2/12
<input type="checkbox"/> ☆ 	2. Keskkonnaekspert.doc	 Marten J 4/10/12
<input type="checkbox"/> ☆ 	3. Argumendid: Keskkonnaekspertid	 Marten J 4/4/12
<input type="checkbox"/> ☆ 	4. Arutelu ja vastus: Rühm II	 Marten J 4/4/12

Lisa 11. Järeloküsimustik

Järeloküsimustik

Kool: Klass:

Kas osalesid tuumajaama rajamisega seonduvas arvutitunnis? JAH / EI (jooni alla)

Kui JAH, siis millise eksperdi rolli täitsid? JURIST / MAJANDUSTEADLANE / KESKKONNAEKSPERT / TEADLANE / EI MÄLETA (jooni alla)

Too välja küsimustele vastavad poolt- ning vastuargumendid:

1. Kas tuumaelektrijaama rajamine Eestisse oleks otstarbekas?

Poolt:

Vastu:

2. Kas Tartu südalinnas paiknevates parkides oleks otstarbekas lubada ehitustegevus?

Poolt:

Vastu:

Lisa 12. Õpilaste (n=116) ekspertrühmade (m=20) välja toodud argumentide statistika

Valdkond	Rühm	Välja toodud argumentide hulk			Korrektssed argumendid			Valed argumendid		
		Kokku	Pooltargumente	Vastuargumente	Poolt	Vastu	Kokku	Poolt	Vastu	Kokku
Jurist	1	9	3	6	3	4	7	0	2	2
	2	6	2	4	2	2	4	0	2	2
	3	2	1	1	0	0	0	1	1	2
	4	2	1	1	1	1	2	0	0	0
	5	9	4	5	1	0	1	3	5	8
Keskkonnaekspert	1	10	3	7	3	5	8	0	2	2
	2	8	4	4	3	2	5	1	2	3
	3	8	5	3	2	2	4	3	1	4
	4	8	5	3	5	3	8	0	0	0
	5	6	3	3	2	2	4	1	1	2
Majandusteadlane	1	11	6	5	5	4	9	1	1	2
	2	6	4	2	3	2	5	1	0	1
	3	6	3	3	2	2	4	1	1	2
	4	4	1	3	1	1	2	0	2	2
	5	8	4	4	4	4	8	0	0	0
Teadlane	1	8	4	4	3	2	5	1	2	3
	2	11	5	6	3	3	6	2	3	5
	3	6	4	2	1	0	1	3	2	5
	4	5	3	2	3	1	4	0	1	1
	5	11	4	7	2	2	4	2	5	7
Kokku:	20	144	69	75	49	42	91	20	33	53
Mood:		6	4	3	3	2	4	0	2	2

Lisa13. Ekspertkogude (m=28) argumentide statistika ja otsuse kompetentsus 0-4 skaalal

Rühm	Otsust toetavaid argumente kokku											Otsuse kompetentsus
	Toetavaid argumente kokku	Juristid		Majandusteadlased		Teadlased		Keskkonnaekspertid		Valed/Muud		
		Poolt	Vastu	Poolt	Vastu	Poolt	Vastu	Poolt	Vastu	Poolt	Vastu	
1	3			1		1				1		2
2	5				1		2		2			3
3	3			2				1				2
4	4	1		1				1		1		3
5	5	1		2				1		1		3
6	5			2				1		2		2
7	4		1				2				1	2
8	5		1		1		1				2	3
9	11	2		2				1		6		3
10	5	2		2		1						3
11	5		1		1		1		1		1	4
12	4			2	1		1					2
13	4				1				1		2	2
14	5			2				1		2		2
15	2										2	0
16	4				1		1				2	2
17	4						1				3	1
18	5				1		1				3	2
19	5				1				1		3	2
20	4						1		2		1	2
21	2						1				1	1
22	4		2						1		1	2
23	5		1		1		2				1	3
24	5				1				2		2	2
25	5		1		2				1		1	3
26	0											0
27	5			2		1				2		2
28	5				1				2		2	2
KOKKU:	123	6	7	18	13	3	14	6	13	15	28	Keskmine: 2,15

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Marten Jakobson (sünnikuupäev: 04.06.1987)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Dilemma lahendamise tulemuslikkus sünkroonse õpikeskkonna rakendamisel”, mille juhendaja on Tago Sarapuu,
 - 1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
 - 1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 31.05.2013